

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

БАКАЛАВРСКАЯ РАБОТА

Тема работы
Автоматизированная система диспетчерского управления установкой стабилизации нефти

УДК 622.276.8:681.586:004.384

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т6А	Докторов Тимур Георгиевич		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	Доцент, к.т.н.		

Консультант

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОАР ИШИТР	Семенов Николай Михайлович	-		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Доцент, к.э.н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Белоенко Елена Владимировна	Доцент, к.э.н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	Доцент, к.т.н.		

Код	Результат освоения ООП	Требования ФГОС ВО, СУОС, критериев АИОР, и/или заинтересованных сторон
P1	Применять базовые естественнонаучные и математические знания для решения научных и инженерных задач в области анализа, синтеза, проектирования, производства и эксплуатации систем автоматизации технологических процессов и производств.	Требования ФГОС ОПК2 ОПК3 ОПК4 ПК1 ПК2 ПК20 ПК22 CDIO Syllabus (2.4, 2.5, 4.1, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.1, 5.2.8), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> Требования профессионального стандарта 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам»,
P2	Применять передовой отечественный и зарубежный опыт в области автоматизации технологических процессов и производств при решении производственных задач.	Требования ФГОС ОПК2, ОПК3, ПК1, ПК8, ПК9, ПК15, ПК18 CDIO Syllabus (2.2, 4.2), Критерий 5 АИОР (п. 5.2.2.), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> Требования профессионального стандарта 40.158 Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИП и А). Техническое обслуживание контрольно-измерительных приборов и автоматики Требования профессионального стандарта 40.178 «Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами»
P3	Ставить и решать задачи производственного анализа, связанные с проектированием и созданием современных систем автоматизации технологических процессов и производств.	Требования ФГОС ОПК2, ОПК3, ОПК4, ПК1 ПК5 ПК8 ПК9, ПК4 ПК10, ПК11 ПК18 Критерий 5 АИОР (п. 5.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> Требования профессионального стандарта 40.178 «Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами» Техническое обслуживание контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИП и А) А, В, С, D, E, F, G (01.3-02.3 01.4-02.4, 01.5-02.5) Требования работодателей: ОАО "ТомскНИПИнефть",»
P4	Разрабатывать системы автоматизации технологических процессов и производств с использованием передовых научно-технических знаний и достижений мирового уровня, проектировать устройства автоматизации и обосновывать экономическую целесообразность решений	Требования ФГОС ПК1 ПК2 ПК3 ПК5 ПК6 ПК7 ПК8 ПК9 ПК11 CDIO Syllabus (3.2, 4.4, 4.8) Критерий 5 АИОР (п. 5.2.4), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> 40.158 Профессиональный стандарт Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики Техническое обслуживание контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИП и А) А, В, С, D, E, F, G (01.3-02.3 01.4-02.4, 01.5-02.5) Требования профессионального стандарта 40.178 «Специалист в области

		проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами» Требования работодателей: ОАО "ТомскНИПИнефть", НПП «Томская электронная компания», НИПИ «ЭлеСи»
P5	Проводить теоретические и экспериментальные исследования в области современных систем автоматизации.	Требования ФГОС ОПК5 ПК5 ПК7 Критерий 5 АИОР (п. 5.2.5, 5.2.6) согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> CDIO Syllabus (4.4, 4.5),
P6	Внедрять и использовать подходящее программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты при решении задач автоматизации технологических процессов и производств ,соблюдать правила охраны здоровья и безопасности труда, выполнять требования по защите окружающей среды.	Требования ФГОС, ОК-5 ОК-6 ОПК-1, ПК-2 ПК-5 ПК-9 ПК-11 ПК-10, ПК-11 Критерий 5 АИОР (п.5.2.7), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> Требования работодателей: НПП «Томская электронная компания», НИПИ «ЭлеСи», ООО «Сибавтоматика+» 40.158 Профессиональный стандарт Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики Техническое обслуживание контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИП и А) A,B,C,D,E,F,G (01.3-02.3 01.4-02.4, 01.5-02.5) Требования профессионального стандарта 40.178 «Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами»
P7	Применять высоко технологичное программно-техническое оборудование, оснащение и инструменты для решения задач автоматизации технологических процессов и производств.	Требования ФГОС, ОПК2, ОПК3, ПК1, ПК3, ПК4, ПК7, ПК8, , ПК-5, ПК-11 ПК21 Критерий 5 АИОР (п.5.2.7), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> Требования работодателей: НПП «Томская электронная компания», НИПИ «ЭлеСи», ООО «Сибавтоматика+» 40.158 Профессиональный стандарт Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики Техническое обслуживание контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИП и А) A,B,C,D,E,F,G (01.3-02.3 01.4-02.4, 01.5-02.5) Требования профессионального стандарта 40.158 Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИП и А).Техническое обслуживание контрольно-измерительных приборов и автоматики
P8	Владеть иностранным языком на уровне, позволяющем работать в интернациональной среде с пониманием культурных, языковых и социально – экономических различий.	Требования ФГОС, ОК3 , ПК3, ПК4 Критерий 5 АИОР (п. 5.2.10, 5.2.11), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P9	Эффективно работать индивидуально, в качестве члена и руководителя группы с ответственностью за риски и работу коллектива при решении инновационных инженерных задач в области автоматизации технологических процессов и	Требования ФГОС ОК4, ОПК4 Syllabus (2.4,3.1, 3.2, 3.3. Критерий 5 АИОР (п. 5.2.9, 5.2.13), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>

	производств, демонстрировать при этом готовность следовать профессиональной этике и нормам	
P10	Иметь широкую эрудицию, в том числе знание и понимание современных общественных и политических проблем, вопросов безопасности и охраны здоровья сотрудников, юридических аспектов, ответственности за инженерную деятельность, влияния инженерных решений на социальный контекст и окружающую среду.	Требования ФГОС ОК1, ОК2 ОК8 ПК3 ПК4 Syllabus (4.3, 4.7, 4.8). Критерий 5 АИОР (п. 5.2.10, 5.2.12), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
P11	Самостоятельно учиться и повышать квалификацию в течение всего периода профессиональной деятельности, поддерживать должный уровень физической подготовленности	Требования ФГОС ОК5 CDIO Syllabus (2.4). Критерий 5 АИОР (п. 5.2.14), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i>
Специализация «Автоматизация технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли»		
P12	Решать задачи производственного анализа, связанные с проектированием и созданием современных систем автоматизации технологических процессов и производств в нефтегазовой отрасли.	Требования ФГОС ОК1-ОК8, ОПК1-ОПК 5 ПК1 ПК11, ПК18-ПК22 Критерий 5 АИОР (п. 5.2.3), согласованный с требованиями международных стандартов <i>EUR-ACE</i> и <i>FEANI</i> Требования профессионального стандарта 40.011 «Специалист по научно-исследовательским и опытно-конструкторским разработкам», 40.158 Профессиональный стандарт Специалист в области контрольно-измерительных приборов и автоматики Техническое обслуживание контрольно-измерительных приборов и автоматики (КИП и А А, В, С, D, E, F, G (01.3-02.3 01.4-02.4, 01.5-02.5) Требования профессионального стандарта 40.178 «Специалист в области проектирования автоматизированных систем управления технологическими процессами»

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
федеральное государственное автономное
образовательное учреждение высшего образования
«Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
Направление подготовки (специальность) – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники

УТВЕРЖДАЮ:
Руководитель ООП

(Подпись) (Дата)

ЗАДАНИЕ

на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Бакалаврской работы

(бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)

Студенту:

Группа	ФИО
8Т6А	Докторову Тимуру Георгиевичу

Тема работы:

Автоматизированная система диспетчерского управления установкой стабилизации нефти

Утверждена приказом директора (дата, номер)

от 13.05.2020 №134-30/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:

10.06.2020 г.

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе

(наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).

Объектом исследования является установка стабилизации нефти.

<p>Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов</p> <p><i>(аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Описание технологического процесса. 2. Выбор архитектуры АС. 3. Разработка структурной схемы АС. 4. Функциональная схема автоматизации 5. Разработка схемы информационных потоков АС 6. Выбор средств реализации АС 7. Разработка схемы соединения внешних проводок 8. Выбор (обоснование) алгоритмов управления АС 9. Разработка экранных форм АС
<p>Перечень графического материала</p> <p><i>(с точным указанием обязательных чертежей)</i></p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Функциональная схема технологического процесса, выполненная в Microsoft Visio. 2. Перечень входных/выходных сигналов. 3. Схема соединения внешних проводок, выполненная в Microsoft Visio. 4. Схема информационных потоков. 5. Структурная схема САР локального технологического объекта. Результаты моделирования (исследования) САР в MATLAB Simulink. 6. Алгоритм сбора данных измерений. 7. SCADA-формы экранов мониторинга и управления диспетчерского пункта. 8. Обобщенная структура управления АС. 9. Трехуровневая структура АС.
<p>Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы</p> <p><i>(с указанием разделов)</i></p>	
<p>Раздел</p>	<p>Консультант</p>
<p>Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение</p>	<p>Доцент ОСГН ШБИП, Трубоченко Татьяна Григорьевна</p>
<p>Социальная ответственность</p>	<p>Доцент ООД ШБИП, Белоенко Елена Владимировна</p>
<p>Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:</p>	
<p>Заключение</p>	

<p>Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику</p>	<p>13.04.2020 г.</p>
--	----------------------

Задание выдал руководитель / консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
<p>Доцент ОАР ИШИТР</p>	<p>Воронин Александр Васильевич</p>	<p>Доцент, к.т.н.</p>		
<p>Ст. преподаватель ОАР ИШИТР</p>	<p>Семенов Николай Михайлович</p>	<p>-</p>		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
<p>8Т6А</p>	<p>Докторов Тимур Георгиевич</p>		

Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
 федеральное государственное автономное
 образовательное учреждение высшего образования
 «Национальный исследовательский Томский политехнический университет» (ТПУ)

Школа – Инженерная школа информационных технологий и робототехники
 Направление подготовки (специальность) – 15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»
 Уровень образования – бакалавр
 Отделение школы (НОЦ) – Отделение автоматизации и робототехники
 Период выполнения – весенний семестр 2019/2020 учебного года

Форма представления работы:

Бакалаврская работа

(бакалаврская работа, дипломный проект/работа, магистерская диссертация)

КАЛЕНДАРНЫЙ РЕЙТИНГ-ПЛАН выполнения выпускной квалификационной работы

Срок сдачи студентом выполненной работы:	10.06.2020 г.
--	---------------

Дата контроля	Название раздела (модуля) / вид работы (исследования)	Максимальный балл раздела (модуля)
	Основная часть	60
	Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	20
	Социальная ответственность	20

СОСТАВИЛ:

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Воронин Александр Васильевич	Доцент, к.т.н.		

Консультант (при наличии)

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Ст. преподаватель ОАР ИШИТР	Семенов Николай Михайлович	-		

СОГЛАСОВАНО:

Руководитель ООП

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОАР ИШИТР	Громаков Евгений Иванович	Доцент, к.т.н.		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
8Т6А	Докторову Тимуру Георгиевичу

Школа	ИШИТР	Отделение школы (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 Автоматизация технологических процессов и производств

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:

1. Стоимость ресурсов научного исследования (НИ): материально-технических, энергетических, финансовых, информационных и человеческих	Оклад руководителя – 33 664 руб. Оклад консультанта – 23 100 руб. Материальные затраты – 12 664 руб.
2. Нормы и нормативы расходования ресурсов	Накладные расходы 10%; Районный коэффициент 30% Норма амортизации 33,3 %
3. Используемая система налогообложения, ставки налогов, отчислений, дисконтирования и кредитования	Коэффициент отчислений на уплату во внебюджетные фонды 30 %.

Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:

1. Оценка коммерческого и инновационного потенциала НТИ	Описание потенциальных потребителей, анализ конкурентных технических решений, SWOT-анализ.
2. Планирование процесса управления НТИ: структура и график проведения, бюджет, риски и организация закупок	Планирование работ, разработка диаграммы Ганта, формирование бюджета затрат.

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):

1. Сегментирование рынка
2. Оценка конкурентоспособности технических решений
3. Матрица SWOT
4. График проведения и бюджет НТИ
5. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности НТИ

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ОСГН ШБИП	Трубченко Татьяна Григорьевна	Доцент, к.э.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т6А	Докторов Тимур Георгиевич		

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа	ФИО
8Т6А	Докторову Тимуру Георгиевичу

Школа	ИШИТР	Отделение (НОЦ)	ОАР
Уровень образования	Бакалавриат	Направление/специальность	15.03.04 «Автоматизация технологических процессов и производств»

Тема ВКР:

Автоматизированная система диспетчерского управления установкой стабилизации нефти	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
1. Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика, рабочая зона) и область его применения	Автоматизированная система диспетчерского управления установкой стабилизации нефти Область применения – первичная подготовка нефти
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
1. Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности: <ul style="list-style-type: none"> – специальные (характерные при эксплуатации объекта исследования, проектируемой рабочей зоны) правовые нормы трудового законодательства; – организационные мероприятия при компоновке рабочей зоны. 	Рабочее место должно соответствовать требованиям ГОСТ 12.2.032-78 «Рабочее место при выполнении работ сидя»
2. Производственная безопасность: 2.1. Анализ выявленных вредных и опасных факторов 2.2. Обоснование мероприятий по снижению воздействия	1. Повышенный уровень шума 2. Повышенный уровень электромагнитных излучений 3. Опасность поражения электрическим током 4. Опасность ожога при возгорании
3. Экологическая безопасность:	Воздействие на литосферу и гидросферу и литосферу происходит вследствие строительства, эксплуатации и обслуживании объекта исследования. Воздействие на атмосферу происходит в результате выбросов углеводородов, связанных с технологическим процессом
4. Безопасность в чрезвычайных ситуациях:	На объекте возможны следующие ЧС: 1. Пожары 2. Взрывы 3. Утечка и разлив нефти 4. Производственные аварии

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
--	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент ООД ШБИП	Белоенко Елена Владимировна	к.т.н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
8Т6А	Докторов Тимур Георгиевич		

Реферат

Пояснительная записка содержит 87 страниц текста, 14 таблиц, 14 рисунков, 6 приложений.

Целью работы является повышение прибыли за счет внедрения автоматизированной системы диспетчерского управления установкой стабилизации нефти (далее УСН) с использованием ПЛК и SCADA-системы.

Объектом исследования является установка стабилизации нефти.

В данной работе была разработана автоматизированная система контроля и управления технологическим процессом установки стабилизации нефти на базе промышленных контроллеров Siemens SIPLUS S7-1500.

Разработанная система может применяться в системах управления, мониторинга и сбора данных на различных промышленных предприятиях нефтегазовой отрасли. Данная система позволяет увеличить производительность, повысить точность измерений и надежность объекта, сократить число аварий и быстро реагировать на их возникновение.

Ключевые слова: стабилизация нефти, ректификация, SCADA-система, программируемый логический контроллер, автоматизация, температура, давление, контур регулирования, ПИД-регулятор.

Содержание

Определения, обозначения, сокращения	14
Введение.....	16
1 АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ	17
1.1 Задачи и цели создания АСУ ТП	17
1.2 Назначение и состав УСН.....	17
1.3 Требования к разрабатываемой системе	18
1.4 Требования к техническому обеспечению.....	19
1.5 Требования к программному обеспечению	20
1.6 Требования к математическому обеспечению	20
1.7 Требования к информационному обеспечению	21
1.8 Требования к метрологическому обеспечению.....	21
2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА.....	22
3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ	25
4 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ	26
5 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ	27
6 ВЫБОР АППАРАТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ	29
6.1 Выбор датчика давления.....	29
6.2 Выбор датчика температуры	31
6.3 Выбор датчика уровня.....	32
6.4 Выбор частотного преобразователя	33
6.5 Выбор программируемого логического контроллера.....	34
6.6 Выбор исполнительных механизмов.....	37
7 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЙ ВНЕШНИХ ПРОВОДОВ.....	39
8 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ.....	40
8.1 Алгоритм сбора данных измерений.....	40
8.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром.....	40
9 РАЗРАБОТКА ЭКРАННОЙ ФОРМЫ	45
10 ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ.....	46
10.1 Потенциальные потребители результатов исследования.....	46
10.2 Анализ конкурентных технических решений	47
10.3 SWOT-анализ.	48
10.4 Планирование научно-исследовательской работы	50

10.4.1 Структура работ	50
10.4.2 Разработка графика проведения научно-технического исследования	51
10.5 Бюджет научно-технического исследования.....	55
10.5.1 Расчёт материальных затрат.....	55
10.5.2 Расчёт амортизационных отчислений.....	56
10.5.3 Расчёт основной заработной платы.....	57
10.5.4 Расчет дополнительной заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды	58
10.5.5 Расчёт общей себестоимости	59
Выводы по разделу	59
11 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ.....	61
11.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности...	61
11.2 Производственная безопасность	62
11.2.1 Анализ вредных факторов.....	63
11.2.1.1 Повышенный уровень шума	63
11.2.1.2 Повышенный уровень электромагнитных излучений	65
11.2.2 Анализ опасных факторов.....	66
11.2.2.1 Опасность поражения электрическим током	66
11.3 Экологическая безопасность	67
11.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	68
Вывод по разделу	70
Заключение	71
Conclusion.....	72
Список использованных источников	73
Приложение А (обязательное) Функциональная схема автоматизации	76
Приложение Б (обязательное) Перечень вход/выходные сигналов.....	77
Приложение В (обязательное) Схема информационных потоков	78
Приложение Г (обязательное) Схема внешних проводков.....	79
Приложение Д (обязательное) Алгоритм сбора данных.....	80
Приложение Е (обязательное) Итоговая экранная форма	81

Определения, обозначения, сокращения

В данной работе применены следующие термины с соответствующими определениями:

автоматизированная система; АС: Комплекс аппаратных и программных средств, а также персонала, предназначенный для управления различными процессами в рамках технологического процесса, производства, предприятия. АСУ применяются в различных отраслях промышленности, энергетике, транспорте и т. п;

технологический процесс; ТП: Последовательность технологических операций, необходимых для выполнения определенного вида работ;

автоматизированная система управления технологическим процессом; АСУ ТП: Комплекс программных и технических средств, предназначенный для автоматизации управления технологическим оборудованием на предприятиях. Под АСУ ТП обычно понимается комплексное решение, обеспечивающее автоматизацию основных технологических операций на производстве в целом или каком-то его участке, выпускающем относительно заверченный продукт;

диспетчерский пункт; ДП: Объект, в котором находится центр диспетчерского управления и сконцентрированы сведения об обстановке на производстве;

автоматизированное рабочее место; АРМ: Совокупность программно-технических систем, используемый для автоматизации деятельности определенного вида;

тег: Метка/ключевое слово, в более узком применении идентификатор для категоризации, описания, поиска данных и задания внутренней структуры;

интерфейс: Совокупность средств (программных, языковых, технических) и правил для обеспечения взаимодействия между различными программными системами, между техническими устройствами или между пользователем и системой;

протокол: Набор правил, позволяющий осуществлять соединение и обмен данными между двумя и более включёнными в соединение программируемыми устройствами;

пропорционально-интегрально-дифференциальный (ПИД) регулятор: Устройство, используемое в системах автоматического управления для поддержания заданного значения измеряемого параметра. ПИД-регулятор измеряет отклонение стабилизируемой величины от заданного значения (уставки) и выдаёт управляющий сигнал, являющийся суммой трёх слагаемых, первое из которых пропорционально этому отклонению, второе пропорционально интегралу отклонения и третье пропорционально производной отклонения;

SCADA: Программный пакет для разработки программного обеспечения систем управления технологическими процессами в реальном времени и сбора данных.

В данной работе применены следующие сокращения с соответствующими определениями:

ПЛК: программируемый логический контроллер;

КИС: корпоративная информационная система;

ШФЛУ: широкая фракция легких углеводородов;

ПО: программное обеспечение;

УСЕН: установка стабилизации нефти;

САР: система автоматического регулирования;

КИПиА: контрольно-измерительные приборы и автоматика.

Введение

Нефтегазовая промышленность в настоящее время является быстро развивающейся и растущей отраслью. На данный момент любая высокотехнологичная система должны включать в себя средства автоматизации, которая является одним из направлений научно-технического прогресса, значительно влияющее на повышение качества выпускаемой продукции и производительности труда. Кроме того, автоматизация позволяет использовать доступные ресурсы более рационально и экономно, при этом не снижая уровень производительности.

Целью работы является повышение прибыли за счет внедрения автоматизированной системы диспетчерского управления установкой стабилизации нефти, которая обеспечивает сепарацию нефти от остаточных легких углеводородов и других сопутствующих газов после прохождения этапов обезвоживания и обессоливания. В ходе выполнения работы будет произведено рассмотрение процесса стабилизации нефти в установках стабилизации нефти, подбор приборов и датчиков для контроля параметрами процесса, разработка экранных форм, которая обеспечит возможность оператору удаленно контролировать технологический процесс и своевременно реагировать на оповещения.

1 АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ

1.1 Задачи и цели создания АСУ ТП

Установка стабилизации нефти (далее УСН) необходима для отделения из обезвоженной и обессоленной нефти остаточного количества углеводородных газов и легких фракций.

Целями создания АСУ ТП являются:

- обеспечение автоматизированного централизованного управления технологическим процессом стабилизации нефти;
- повышение надежности работы системы и минимизация возможных рисков возникновения аварийных ситуаций;
- минимизация или отсутствие необходимости постоянного нахождения обслуживающего персонала;
- непрерывный сбор и обработка данных о состоянии технологического процесса, то есть улучшение информационной осведомленности;
- оперативное и своевременное оповещение персонала о сбоях и авариях на объекте.

1.2 Назначение и состав УСН

Автоматизированная система диспетчерского управления установкой стабилизации нефти предназначена для выполнения следующих функций:

- контроль за параметрами ТП;
- управление оборудованием;
- выполнение автоматического регулирования и мер по противоаварийной защите;
- визуализация представление технологического процесса в реальном времени;
- обмен данными между автоматизированной системой диспетчерского управления УСН и узлом учета нефти.

В разрабатываемой системе обязательно наличие возможности вмешательства в ход ТП с диспетчерского пункта при помощи отправления управляющих команд с АРМ оператора.

В состав технологического оборудования установки комплексной подготовки нефти, частью которой является установка стабилизации нефти, входят:

- теплообменники (2 шт.);
- горизонтальный отстойник для обезвоживания нефти;
- шаровые отстойники обессоливания;
- буферная емкость;
- насосы для подачи нефти на колонну (3 шт.);
- печь беспламенного горения;
- стабилизационная колонна;
- аппарат воздушного охлаждения;
- сепаратор;
- буферная емкость для ШФЛУ;
- горизонтальные емкости, в которых происходит отделение

несконденсировавшихся газов и воды.

1.3 Требования к разрабатываемой системе

Разрабатываемая система должна быть спроектирована по трёхуровневой иерархической структуре:

— На **нижнем уровне** датчики технологических параметров и исполнительные механизмы, содержащие в себя:

- датчик уровня (уровнемер);
- датчики давления;
- датчики температуры (термометры сопротивления);
- кабельное и дополнительное оборудование.

– На **среднем уровне** осуществляется сбор данных с нижнего уровня и отправление управляющих сигналов на исполнительные механизмы по интерфейсным линиям связи;

– На **верхнем уровне** происходит получение и обработка информации, полученной с локальных контроллеров, обмен данными между подсистемами, формирование итоговой отчетной документации и предоставление интерфейса непосредственного взаимодействия оператору системы на автоматизированном рабочем месте.

1.4 Требования к техническому обеспечению

Приборы КИПиА и другое оборудование, размещаемое на открытых площадках, должны сохранять работоспособность при разнице температур от -40 °С до +50 °С и показателе влажности не менее 80 % (при 35 °С). Также они должны иметь взрывозащищенное исполнение, так как условия эксплуатации предполагают вероятность присутствия взрывоопасной смеси в воздухе.

Технические средства должны иметь минимальную защиту от пыли и влаги по стандарту IP65 и выше.

Совокупность программного обеспечения и технических средств разрабатываемой автоматизированной системы должна иметь возможность простой замены и/или модернизации отдельных составляющих системы. Кроме того, каналы ввода-вывода должны иметь резерв в количестве не менее 20 % от суммарного количества каналов.

Эксплуатируемые программируемые логические контроллеры должны иметь модульное расположение устройств ввода-вывода, которое позволяет свободную смену каналов ввода-вывода. Модули с искробезопасными входными цепями и внешние барьеры искробезопасности должны обеспечивать прием данных с приборов, расположенных в среде с присутствием взрывоопасной смеси в воздухе.

1.5 Требования к программному обеспечению

Программное обеспечение отвечает за выполнение следующих задач автоматизированной системы:

- регистрацию и точное отображение параметров технологического процесса;
- удобное управление сложной технологической системой;
- внесение информации в базы данных;
- настройку алгоритмов управления;
- формирование отчетов и аварийных сигналов.

Методы создания прикладного программного обеспечения должны содержать языки программирования и программы для компилирования и отладки программного кода. Программное обеспечение должно обеспечивать функцию выполнения задач всех уровней автоматизированной системы: измерение, регистрация, обработка, сигнализация, фильтрация, визуализация. Кроме того, программное обеспечение системы должно представлять собой совокупность отдельных программ и данных, распределенных по различным уровням системы управления, то есть автономное функционирование отдельных контроллеров и рабочих станций. Возможность программирования контроллера должна быть реализована при помощи языков, которые описаны в стандарте МЭК 61131-3.

1.6 Требования к математическому обеспечению

Математическое обеспечение представляет собой совокупность из всех алгоритмов и математических методов обработки информации, которые обеспечивают работоспособность возлагаемых на систему функций во всех режимах работы. Данные методы и алгоритмы, а также программное обеспечение, реализующее их, должны быть сертифицированы.

1.7 Требования к информационному обеспечению

Совокупность мероприятий по организации хранения, отправления, ведения и управления информации внутри системы представляют информационное обеспечение системы. Кроме того, данное обеспечение устанавливает порядок действий с полученной информацией и использованием баз данных.

При проектировании информационного обеспечения системы должны учитываться следующие критерии:

- достаточное обеспечение для поддержания всех автоматизируемых функций объекта;
- работоспособность при обмене данными между программами;
- регистрация и хранение данных о протекании технологических процессов;
- наличие доступного объема памяти для продолжительного хранения и использования данных с возможностью расширения памяти.
- быстрое обновление внесенных изменений и корректировок;
- кодирование получаемой и отправляемой информации согласно классификаторам.

1.8 Требования к метрологическому обеспечению

Используемые в системе приборы должны быть разработаны с учетом современных и проверенных технологий и элементной базы, с увеличенным сроком службы. С даты изготовления прибора на момент покупки не должно пройти больше одного года.

Основная относительная погрешность измерений датчиков должна быть менее 1%.

Для обеспечения возможности правильного и своевременного определения неисправностей оборудования, вызванных сбоями в работе средств измерения или линий коммуникации, получаемый сигнал от приборов измерения должен быть ненулевым.

2 ОПИСАНИЕ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО ПРОЦЕССА

Учитывая, что каждое конкретное месторождение, его параметры и тип уникальные, степень извлечения легких углеводородов (стабилизации) устанавливается, опираясь на объем добываемой нефти, долю в ней лёгких углеводородов, способы добычи нефти и газа, бензиновый фактор нефти, увеличение расходов на перекачку нефти по причине повышения вязкости при высокой степени стабилизации нефти.

Исходя от степени извлечения легких углеводородов (стабилизации), процесс стабилизации осуществляют двумя способами – сепарацией (отделение широкой фракции лёгких углеводородов одно- или многократным испарением путём снижения её давления, как правило, с предварительным подогревом нефти) и ректификацией (отбором лёгких фракций при одно- или многократном нагреве и конденсации с чётким разделением углеводородов).

Технологическая схема установки стабилизации нефти с ректификацией показана на рисунке 1.

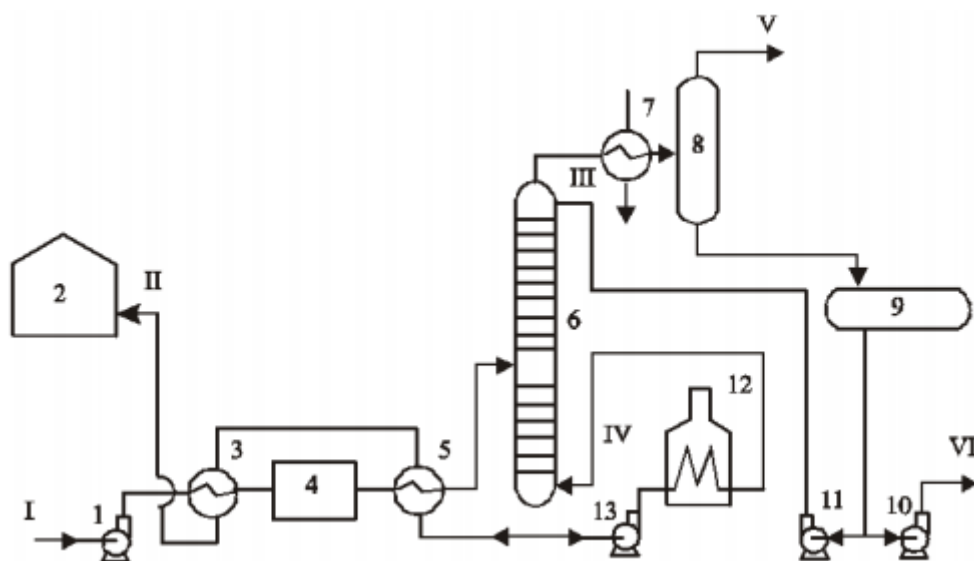


Рисунок 1 – Технологическая схема УСН с ректификацией

С помощью насоса 1 сырая нефть I накачивается в теплообменник, затем проходит в блок обезвоживания и обессоливания 4. Потом в теплообменнике 5 нефть, прошедшая процесс обезвоживания и обессоливания, нагревается до температуры (150-200) °С за счет тепла от отходящего потока нефти после

стабилизации. При этом обезвоженная и обессоленная нефть частично испаряется и в двухфазном (парожидком) состоянии попадает в питательную секцию ректификационной колонны 6.

В процессе ректификации в стабилизационной колонне встречаются два потока – паровой и жидкий, при этом при переходе от одной тарелки к другой есть разница температур. Жидкий поток стекает с верха колонны вниз по причине подачи на верхнюю тарелку холодного орошения.

В качестве холодного орошения используется часть сконденсированного верхнего продукта, выходящего сверху ректификационной колонны и являющегося равновесным по составу с верхним продуктом. Для этого нефтяные пары, выходящие сверху ректификационной колонны 6, охлаждаются в холодильнике 7, и в сепараторе 8 от них отделяется углеводородный конденсат III, который собирается в сборнике конденсата 9, а затем насосом II подается на верх ректификационной колонны 6. Паровой поток снизу вверх создается так называемым паровым орошением IV, вводимым в низ ректификационной колонны под нижнюю тарелку и являющимся равновесным по составу с нижним продуктом.

В качестве парового орошения используют часть превращенного в парообразное состояние нижнего продукта. Для этого часть стабильной нефти, выходящей снизу ректификационной колонны 6, насосом 13 прокачивают через трубчатую печь 12, в которой нагревают до такой температуры, чтобы произошло превращение нефти в парообразное состояние, и эти пары подаются под нижнюю тарелку.

В итоге устанавливается требуемая разница температур по высоте ректификационной колонны, так как в верх колонны подается холодное орошение, а вниз — паровое орошение. Внизу колонны температура составляет (230-280) °С, а вверху колонны (65-96) °С. На каждой тарелке колонны поднимающиеся снизу пары сталкиваются со стекающей с верхней части колонны более холодной жидкостью, при этом происходит тепло- и массообмен между встречающимися потоками пара и жидкости.

Пары охлаждаются, при этом часть высокомолекулярных углеводородов из паров конденсируется и переходит в жидкость. Жидкость, наоборот, нагревается, при этом часть низкомолекулярных углеводородов испаряется и переходит в пар. Этот процесс повторяется многократно, так как ректификационная колонна имеет достаточно много тарелок. В результате поднимающиеся пары при переходе от одной тарелки к другой обогащаются низкомолекулярными углеводородами, а жидкость — высокомолекулярными углеводородами. Тем самым достигается требуемая четкость разделения с заданной глубиной извлечения того или иного компонента (пропана, бутана или метана). Отделившиеся легкие углеводороды в газообразном V и жидком VI состоянии насосом 10 направляются на химический комбинат.

Стабильная нефть II, выходящая внизу ректификационной колонны, обладает достаточно высокой температурой и проходит через теплообменники 5 и 3 для того, чтобы отдать свое тепло поступающей нефти после прохождения блоков обезвоживания и обессоливания. При этом стабильная нефть охлаждается до температуры (40-45) °C и накачивается в резервуар стабильной нефти 2.

3 РАЗРАБОТКА СТРУКТУРНОЙ СХЕМЫ

Объектом управления является стабилизационная колонна. В стабилизационной колонне проводятся измерения следующих параметров: давление, уровень и температура. Кроме того, требуется проводить переключение запорной арматуры, а именно клапанов с электроприводом.

Трехуровневая структура автоматизированной системы, построенная в виде иерархической структуры, в соответствии с требованиями задания, приведена в Приложении В.

На нижнем (полевом) уровне должны выполняться следующие задачи:

- отправление сигнала об аварийной сигнализации, информации о состоянии запорной-регулирующей арматуры, а также насосных агрегатов;
- регистрация и отправление параметров технологического процесса (значения давления, температуры, уровня).

Средний (контроллерный) уровень представляет собой совокупность коммуникационных интерфейсов и программируемого локального контроллера.

ПЛК должен обеспечивать выполнение следующих задач:

- получение, обработка и хранение информации о параметрах технологического процесса;
- автоматическое управление и регулирование процессами, а также обмен данными с средствами АРМ.

Верхний (информационно-вычислительный) уровень представляет собой локальную сеть, которая объединяет между собой ПЭВМ и сервер базы данных. На данном уровне должны выполняться следующие задачи:

- накопление и обработка информации, полученных с ПЛК;
- обмен данными между подсистемами;
- заполнение базы данных;
- составление отчётной документации и журнала событий;
- предоставление удобного и понятного интерфейса непосредственного взаимодействия с оператором АСУ.

4 ФУНКЦИОНАЛЬНАЯ СХЕМА АВТОМАТИЗАЦИИ

Функциональная схема автоматизации является техническим документом, определяющим функционально-блочную структуру отдельных узлов автоматического контроля, управления и регулирования технологического процесса и оснащения объекта управления приборами и средствами автоматизации. На функциональной схеме представляются системы автоматического контроля, регулирования, дистанционного управления, сигнализации.

Все элементы систем управления показываются в виде условных изображений и объединяются в единую систему линиями функциональной связи. Функциональная схема автоматизации может быть выполнена в упрощенном или развернутом виде. Отличие развернутого в том, что на схеме изображаются места расположения и состав средств автоматизации. Оборудование на схеме показывается в виде условных изображений [1].

При разработке функциональной схемы автоматизации технологического процесса должны решаться следующие задачи:

- автоматическое регулирование и стабилизация параметров технологического процесса;
- удаленное управление технологическим процессом;
- сбор параметров технологического процесса;
- сбор информации о состоянии технологического оборудования [1].

Разработанная функциональная схема автоматизации представлена в Приложении А. Она удовлетворяет требованиям задания, а также выполнена в соответствии с стандартами ГОСТ 21.208-2013 «Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах» [8] и ГОСТ 21.408-2013 «Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов» [9].

5 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ИНФОРМАЦИОННЫХ ПОТОКОВ

Разработка информационного обеспечения подразумевает разработку схемы информационных потоков, представленная в Приложении В. Данная схема содержит три уровня, каждая из которых выполняет следующие функции:

– Нижний уровень – сбор и первичная обработка данных с физических устройств ввода-вывода, т.е. датчиков и исполнительных механизмов, которые передаются через каналы связи.

– Средний уровень – буферная база обмена данными, которая выполняет роль маршрутизатора информационных потоков между системой автоматики и АРМ. Связь между контроллерами и АРМ оператора поддерживается через протокол Ethernet.

Параметры установки стабилизации нефти, которые передаются в локальную вычислительную сеть:

- Температура верха колонны стабилизации, °С.
- Давление верха колонны стабилизации, МПа.
- Температура низа колонны стабилизации, °С.
- Давление низа колонны стабилизации, МПа.
- Давление нефти в стабилизационной колонне, МПа.
- Степень открытия клапана расхода пресной воды, %.
- Уровень нефти в колонне стабилизации, м.
- Температура орошения колонны стабилизации, °С.
- Температура в 1 зоне питания колонны стабилизации, °С.
- Степень открытия клапана орошения, %.
- Температура тарелок колонны стабилизации, °С.

– Верхний уровень – уровень корпоративного информационного архивного хранения (уровень архивного и КИС хранения). Информация представляется в виде экранных форм/мнемосхем. В автоматическом режиме в АРМ формируются различные отчеты.

Перечень вход/выходных сигналов представлен в Приложении Б.

Все параметры установки стабилизации нефти обозначаются уникальным тегом, который представляет собой символьную строку. Символьная строка записывается в виде:

AAA_BBB_CCCC_DDDDD, где

1) AAA – параметр, 3 символа, принимает одно из следующих значений:

- DVL – давление;
- TMR – температура;
- URN – уровень;
- PZC – положение клапана.

2) BBB – код технологического аппарата (или объекта), 3 символа:

- SKK – стабилизационная колонна;
- KTR – контрольные тарелки стабилизационной колонны.

3) CCCC – объект контроля или управления, не более 4 символов:

- OILL – нефть;
- PRES – пресная вода;
- RAST – растворитель парафинов нефтяной;
- OROS – орошение;
- ZONA – 1 зона питания стабилизационной колонны.

4) DDDDD – примечание, не более 5 символов:

- DOWN – низ;
- UP – верх.

6 ВЫБОР АППАРАТНО-ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

6.1 Выбор датчика давления

В ходе работы УСН один из параметров, который необходимо контролировать – это давление в стабилизационной колонне. Существует большое разнообразие датчиков замера давления, разной стоимости, и датчиков, приспособленных к определенным условиям. Используемые в разрабатываемой системе датчики должны быть сделаны взрывозащищенными (указывается в исполнении датчика) и измерять перепад давления. Среди большого количества разных датчиков выделим три варианта: Метран-150 [2], ЭЛЕМЕР-АИР-30М [3] и Honeywell STD830. Так как данные датчики имеют различные модели для измерения перепада давления, избыточного, абсолютного давления, будем сравнивать серии датчиков. Затем выберем из данной серии датчик для измерения дифференциального давления (перепада давления).

Приведем сравнительную таблицу выбранных датчиков в таблице 1.

Таблица 1 – Сравнение характеристик датчиков давления

	Метран-150	ЭЛЕМЕР-АИР-30М	Honeywell STD830
Измеряемые величины	Избыточное давление, абсолютное давление, перепад давлений	Избыточное давление, абсолютное давление, перепад давлений	Избыточное давление, абсолютное давление, перепад давлений
Рабочая среда	Жидкость, газ, пар	Жидкость, газ, пар	Жидкость, газ, пар
Основная приведенная погрешность	$\pm 0,065\%$	$\pm 0,075\%$	$\pm 0,0375\%$
Давление рабочей среды, МПа	от 0 до 68	от 0 до 60	от 0 до 40
Выходной сигнал	4-20 мА, HART протокол	4-20 мА, HART протокол	4-20 мА, HART протокол

Продолжение таблицы 1

Диапазон рабочих температур, °С	от -40 до +120	от -40 до +120	от -50 до +125
Цена, руб.	от 39 000 руб.	от 37 000 руб.	от 40 000 руб.

Рассмотренные датчики имеют практически идентичные технические характеристики и удовлетворяют нашим техническим требованиям, но ЭЛЕМЕР-АИР-30М выигрывает в экономическом показателе, поэтому данный датчик выбран для проектируемой системы. Датчик ЭЛЕМЕР-АИР-30М показан на рисунке 2.

В датчиках ЭЛЕМЕР-АИР-30М измеряемая среда подается в камеру первичного преобразователя давления (сенсора) и деформирует его мембрану, что приводит к изменению сопротивления расположенных на ней тензорезисторов. Изменение сопротивления тензорезисторов регистрируется электронным модулем блока сенсора и преобразуется в цифровой код, который передается в электронный блок. Электронный блок осуществляет необходимые преобразования и обработку кода, полученного от сенсорного блока. Значение измеренного давления выводится на индикатор и преобразуется в цифровые сигналы HART-интерфейса и унифицированные токовые сигналы (4-20), (0-5) мА или сигналы напряжения (0,8-3,2) В; (0,5-4,5) В; (1-5) В.



Рисунок 2 – ЭЛЕМЕР-АИР-30М (CD)

6.2 Выбор датчика температуры

В качестве примера датчика температуры был выбран термометр сопротивления TP01 серии «Evolution» с HСХ Pt100, который показан на рисунке 3.

Датчики с трубной защитной арматурой TP01 предназначены для непрерывного измерения температуры жидких, газообразных и сыпучих сред, технологических процессов во всех областях промышленности. Термометр сопротивления изготовлен из платины, поэтому ее сопротивление равняется 100 Ом при температуре 0 °С. Платина является чистым металлом, следовательно у нее положительный коэффициент зависимости сопротивления от температуры, то есть с повышением температуры увеличивается сопротивление. Измерение температуры в датчиках линейно преобразуется в пропорциональное изменение омического сопротивления терморезистора.

Датчики температуры могут быть как общепромышленного, так и взрывозащищенного исполнения Ex, и могут иметь следующую маркировку по взрывозащите:

- «искробезопасная цепь» — OExiaIICT1...T6 X;
- «взрывонепроницаемая оболочка» — 1ExdIICT6 X;

Основные технические характеристики датчика TP01:

- класс допуска: В;
- диапазон рабочих температур: от -196 до +660 °С;
- диапазон температур окружающей среды: от -50 до +85 °С;
- погрешность измерений: 0,25, 0,5%;
- выходной сигнал: 4-20 мА/HART;
- взрывозащищенное исполнение: Exia, Exd [4].

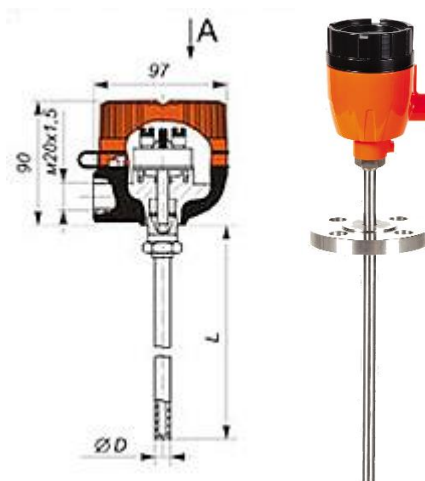


Рисунок 3 – Датчик температуры TP01

6.3 Выбор датчика уровня

Радарный волноводный уровнемер MT5100 компании К-Тек (США) был выбран в качестве примера измерительного прибора уровня нефти в емкости. Внешний вид данного уровнемера показан на рисунке 4.

Принцип действия уровнемеров данного типа основан на микроволновой технологии. На микроволны влияют только материалы, отражающие энергию, что означает, что изменения температуры, пыль, давление и вязкость не влияют на точность.

Устройство направляет низкоэнергетический микроволновый импульс вниз по зонду. Когда импульс достигает среды, значительная часть энергии отражается и возвращается вверх по зонду в устройство. Уровень прямо пропорционален рефлектometрии с временным разрешением. Возможно также определить границы раздела фаз, поскольку часть излучаемого импульса продолжит передаваться по зонду.

Основные технические характеристики уровнемера MT5100:

- диапазон температур окружающей среды: от -40 до +77 °C;
- диапазон рабочих температур: от -40 до +427 °C;
- диапазон измерений: (0,6...19,8) м;
- выходной сигнал: 4-20 мА/HART, Foundation Fieldbus или MODBUS;

- точность: ± 5 мм;
- разрешение: $\pm 1,6$ мм;
- максимальное давление рабочего процесса: 34,4 МПа;
- маркировка взрывозащиты: 1Exd[ia]IICT6, 0ExiaIIBT6 [5].



Рисунок 4 – Датчик уровня MT5100

6.4 Выбор частотного преобразователя

Частотные преобразователи Altivar 61 производства Schneider Electric будут управлять электроприводами на запорной арматуре. Блок управления Altivar 61 показан на рисунке 5.

Частотные преобразователи серии Altivar 61 применяются для двигателей мощностью от 0,75 до 800 кВт с тремя типами сетевого питания: однофазное, (200-240) В, от 0,37 до 5,5 кВт; трехфазное, (200-240) В, от 0,37 до 75 кВт; трехфазное, (380-480) В, от 0,75 до 630 кВт; трехфазное, (500-690) В, от 1,5 до 800 кВт. Altivar 61 состоит из множества настраиваемых аналоговых и дискретных каналов входа-выхода, которые позволяют использовать частотный преобразователь под конкретные требования. Также преобразователь поддерживает протоколы Modbus и CANopen, основные промышленные шины и может легко встраиваться в системы HVAC при помощи дополнительных карт [6]. Основные технические характеристики частотного преобразователя Schneider Electric Altivar 61:

- Мощность: (0,37...800) кВт;

- Напряжение питания: (200-240) В, (380-480) В, (500-690) В;
- Встроенные протоколы: Modbus, CANopen;
- Класс защиты: IP 21, IP 31.



Рисунок 5 – Schneider Electric Altivar 61

6.5 Выбор программируемого логического контроллера

Для исполнения алгоритмов автоматизированной системы управления технологическим процессом (передача результатов измерений, вычисление регулирующего воздействия, передача сигналов управления исполнительным органам) используется программируемый логический контроллер (ПЛК). ПЛК состоит из процессорного модуля и модулей ввода-вывода.

Среди большого количества разных промышленных ПЛК выделим три варианта: Siemens SIPLUS S7-1500, Honeywell MasterLogic ML200 и Schneider Electric Modicon M238. Так как данные ПЛК имеют возможность подключения различных модулей для расширения возможностей контроллера, будем рассматривать стартовые наборы этих ПЛК. Приведем сравнительную таблицу выбранных контроллеров в таблице 2.

Таблица 2 – Сравнение характеристик ПЛК

	Siemens SIPLUS S7-1500	Honeywell MasterLogic ML200	Schneider Electric Modicon M238
Установка	Внутренняя и наружная	Внутренняя	Внутренняя
Объем флэш-памяти, Мбайт	20	16	16
Количество устанавливаемых модулей	32	8	7
Степень защиты	IP 20	-	IP 20
Диапазон рабочих температур, °С	от -40 до +70	от 0 до +55	от -10 до +55

Рассмотренные ПЛК удовлетворяют минимальным техническим требованиям, но Siemens SIPLUS S7-1500 выделяется от остальных контроллеров тем, что предназначен для использования в тяжелых условиях. Кроме того, возможна установка на открытых площадках, расширение памяти до 32 Гбайт использованием карты памяти SIMATIC Memory Card, защита от биологически, химически и механически активных веществ. Недостатком же является высокая цена ПЛК

Siemens SIPLUS S7-1500 – это программируемый контроллер с модульной конструкцией, предназначенный для построения систем автоматизации любой сложности. Центральный процессор с дополнительными модулями показан на рисунке 6. Данное исполнение контроллера предназначено для эксплуатации в тяжелых промышленных условиях [7].



Рисунок 6 – ПЛК Siemens SIPLUS S7-1500

Модульная конструкция контроллера, работа при естественном охлаждении, множество функций, поддерживаемых на уровне операционной системы, простота и удобство в эксплуатации и обслуживании позволяют разработать рентабельные решения при построении систем автоматического управления в любых отраслях производства [7].

Siemens SIPLUS S7-1500 состоит из следующих компонентов:

- модуль центрального процессора (CPU);
- модули системных блоков питания (PS);
- сигнальные модули (SM);
- коммуникационные процессоры/модули (CP/CM);
- блоки питания нагрузки (PM);
- технологические модули (TM) [7].

Все модули работают с естественным охлаждением.

Основные технические характеристики Siemens SIPLUS S7-1500:

- диапазон рабочих температур: от -40 до +70 °C;
- степень защиты по IEC 60529: IP 20;
- поддержка SIMATIC Memory Card емкостью до 32 Гбайт;
- коммуникационные интерфейсы: PROFINET IO IRT (с 2-канальным коммутатором), модули для подключения к сетям PROFIBUS и Industrial Ethernet, модули для установки PtP (point-to-point) соединений;

- поддерживаемые протоколы: 3964(R), Modbus RTU, USS, Modbus TCP.

6.6 Выбор исполнительных механизмов

Для контроля потока транспортируемого материала используется запорно-регулирующая арматура. В данном случае будет использоваться кран шаровой регулирующей КШТВ 25-50нж компании «Автоматика - Инвест». Чертеж затвора изображен на рисунке 7.

Основные технические характеристики КШТВ 25-50нж:

- Давление рабочей среды: не более 2,5 МПа;
- Герметичность затвора: класс А по ГОСТ 9544-2005;
- Пропускная способность: DN50 (90 м³/ч);
- Диапазон рабочих температур: от -40 до +200°C [10].

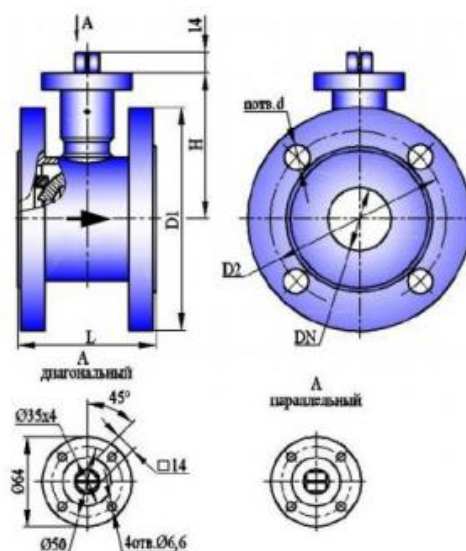


Рисунок 7 – Затвор регулирующей

В качестве электропривода был выбран неполноворотный асинхронный электропривод SG 05.1 производства AUMA. Соединение электропривода с запорной арматурой показано на рисунке 8. Данные электроприводы имеют модульную конструкцию, состоящую из отдельных функциональных блоков [11]. Приводы приводятся в действие электродвигателем и управляются узлом управления AUMATIC, который выполняет функции мониторинга процесса работы, регистрации рабочих характеристик, диагностики. При

возникновении аварийной ситуации (превышение параметров УСН допустимых значений) активируется АВАРИЙНЫЙ РЕЖИМ вручную или автоматически, при котором привод выполняет заранее запрограммированное действие (закрытие или открытие затвора арматуры). Таким образом реализуется система противоаварийной защиты.

Основные технические характеристики привода SG 05.1:

- Крутящий момент: (100-1200) Нм;
- Напряжение питания: 220 В;
- Режимы работы: кратковременный режим S 2 - 15 мин;
- Электродвигатели: трехфазные или специальные однофазные переменного тока [11].



Рисунок 8 – КШТВ 25-50нж с электроприводом SG 05.1

7 РАЗРАБОТКА СХЕМЫ СОЕДИНЕНИЙ ВНЕШНИХ ПРОВОДОВ

Схема соединений внешних проводов показана в Приложении Г. Первичные и внештатные приборы состоят из датчиков давления ЭЛЕМЕР-АИР-30М и датчиков температуры ТР01 серии «Evolution», которые располагаются на узле орошения и в нижней и верхней частях стабилизационной колонны, кроме того есть радарный волноводный уровнемер МТ5100. Данные приборы работают по унифицированному токовому сигналу (4...20) мА.

На щит КИПиА сигналы с приборов передаются по проводам КВВГ. КВВГ представляет собой кабель с медными токопроводящими жилами с двойной изоляцией. Внутренняя изоляция сделана из пластмассы, а внешняя – из поливинилхлорида. Данный кабель применяется для присоединения к электрическим устройствам с номинальным переменным напряжением до 660 В с частотой до 100 Гц или постоянным напряжением до 1000 В. Эксплуатация данного провода возможна при температуре окружающей среды от -50°С до +50°С. Медные токопроводящие жилы кабелей КВВГ выполнены однопроволочными. Изолированные жилы скручены. Кабель прокладывается в трубе диаметром 20 мм [11].

8 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ УПРАВЛЕНИЯ

8.1 Алгоритм сбора данных измерений

В качестве канала измерения был выбран канал измерения температуры нефти в стабилизационной колонне. Для этого канала разработаем алгоритм сбора данных. Данный алгоритм представлен в Приложении Д.

8.2 Алгоритм автоматического регулирования технологическим параметром

Исследуемая система регулирования предназначена для поддержания постоянного значения температуры в линии подачи орошения в верхнюю часть стабилизационной колонны с коррекцией по температуре верха колонны. Регулирование данного параметра необходимо, так как температура верхней части колонны оказывает большое влияние на процесс ректификации нефти.

Недостатком схемы стабилизации нефти из отдельных САР являются возмущающие воздействия, которые могут значительно повлиять на режим работы колонны из-за сильного запаздывания в объекте. Основная задача регулирования – это стабилизация параметров.

На схеме автоматизации процесса стабилизации нефти выделен контур системы автоматического регулирования температуры верхней части колонны, который показан на рисунке 9. Функциональная схема автоматизации представлена в Приложении А [1].

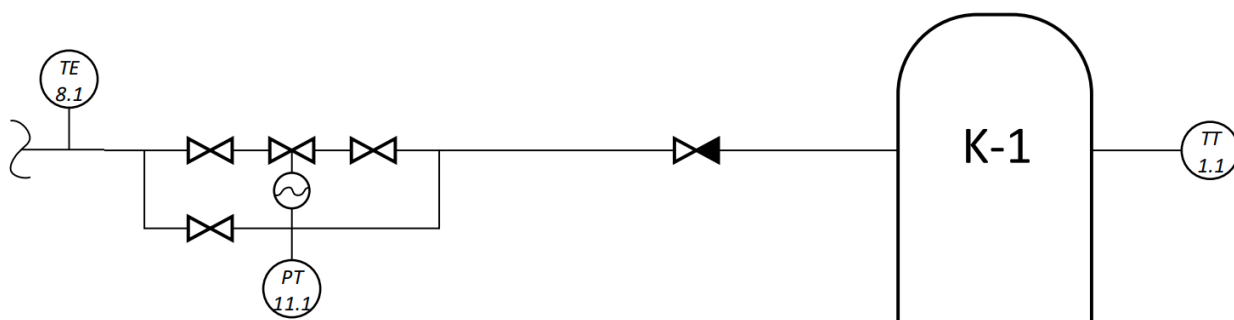


Рисунок 9 – Контур САР температуры верха стабилизационной колонны

Выделенный участок колонны выполняет функция регулирования температуры верха стабилизационной колонны. Данная система регулирует также расход ШЛФУ на орошение.

Функциональная схема автоматического регулирования температуры приведена на рисунке 10 [13].

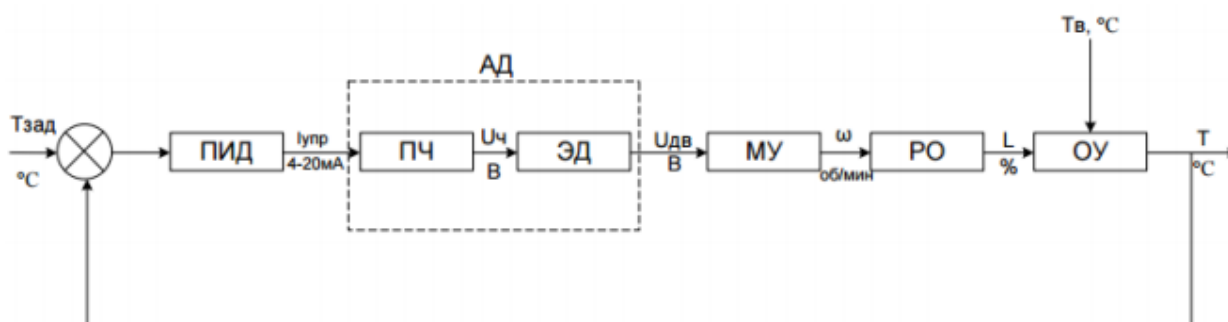


Рисунок 10 – Функциональная схема САР температуры

Система автоматического регулирования состоит из ПИД-регулятора, который реализован в ПЛК, преобразователя частотный (ПЧ), электродвигатель (ЭД), масштабирующего устройства (МУ), задвижки (регулирующий орган – РО) и объекта управления (ОУ), которым является стабилизационная колонна.

Входным параметром частотного преобразователя является подаваемое на него напряжение, ограниченное 10 В ($U_{\text{вход}}$). Выходным параметром преобразователя является трехфазное напряжение, подаваемое на двигатель, которое составляет 380-480 В ($U_{\text{упр}}$), выходной величиной двигателя является частота вращения ω , которая равна 428 об/мин. Двигатель, в свою очередь, механически связан с задвижкой, поэтому входной величиной задвижки является частота вращения ω , а выходной координатой – L угол открытия задвижки. Она, в свою очередь, осуществляет подачу орошения на верх колонны, что является входным сигналом для блока процесса теплообмена T , выходной величиной которого является температура. Возмущающим воздействием является температура окружающей среды, которая ниже температуры в верхней части колонны.

Электродвигатель и задвижка описываются следующими уравнениями [14]:

$$T_1 \frac{d\omega}{dt} + \omega = K_1 I;$$

$$\frac{dx}{dt} = \omega;$$

$$L = kx;$$

$$T_2 \frac{dT}{dt} + T = K \cdot L,$$

где T_1 – постоянная времени электродвигателя;

ω – частота вращения двигателя;

K_1 – передаточный коэффициент двигателя;

I – ток;

x – перемещение штока задвижки;

L – угол открытия задвижки;

T_2 – постоянная времени двигателя;

K – передаточный коэффициент стабилизационной колонны;

T – температура.

Так как при ПИД-регулировании используется ток до 20 мА, а у двигателя максимальная частота составляет 100 кГц, то передаточный коэффициент равен 5. Постоянная времени была определена из технической документации электродвигателя – 0.5 сек.

Модель системы регулирования отображена на рисунке 11.

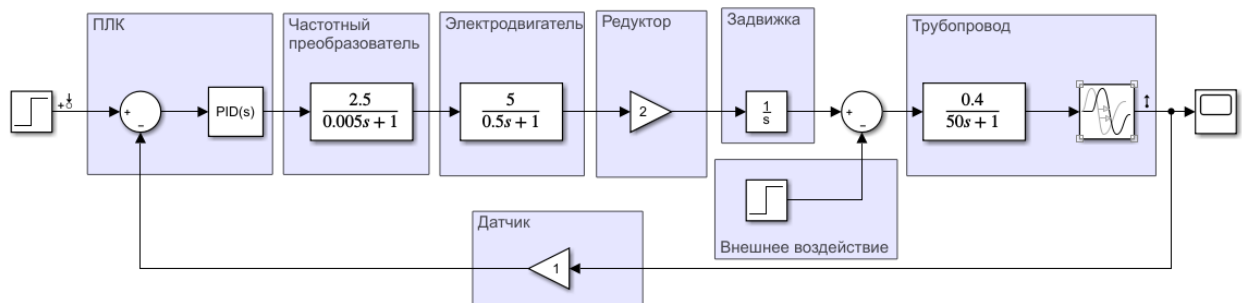


Рисунок 11 – Структурная схема системы регулирования

Компьютерное моделирование проводится в среде графического программирования Simulink, которое интегрировано с MATLAB. В результате моделирования был получен график осциллографа, показанный на рисунке 12,

на котором по горизонтальной оси обозначено время в секундах, по вертикальной – температура в градусах Цельсия.

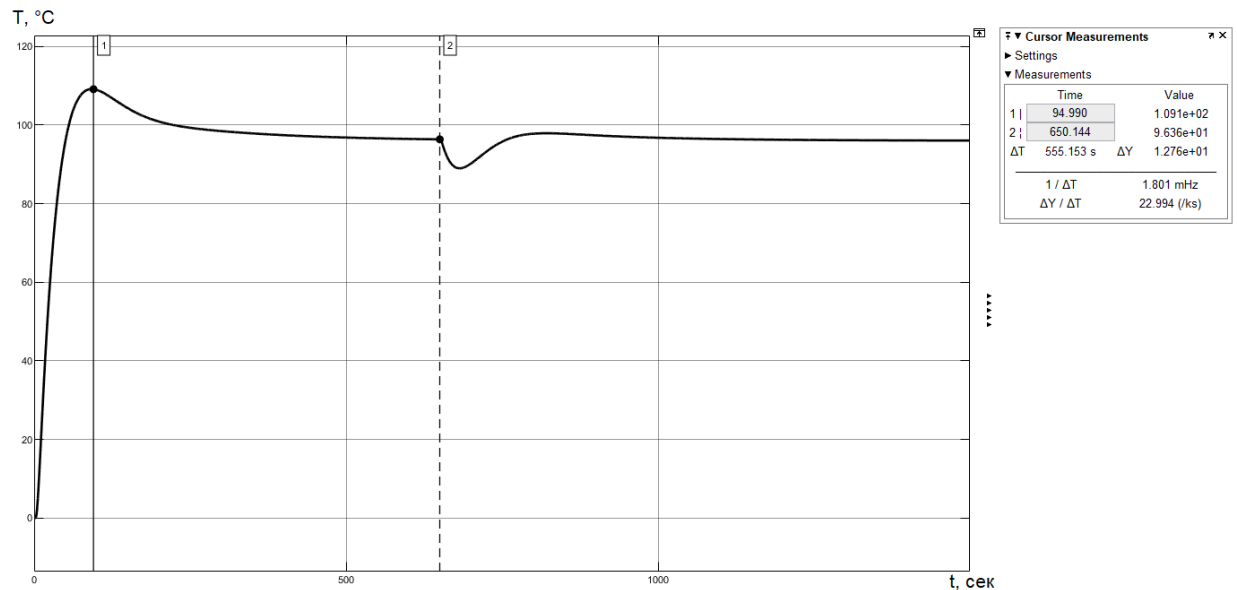


Рисунок 12 – Показания осциллографа

Точка 1 на рисунке 12 показывает максимальную температуру, равную 109 °С, точка 2 – появление внешнего возмущающего воздействия на 650 секунде. Установившееся значение равно 90 °С, что входит в допустимый диапазон, так как температура верха стабилизационной колонны должна быть в диапазоне от 65 до 96 °С.

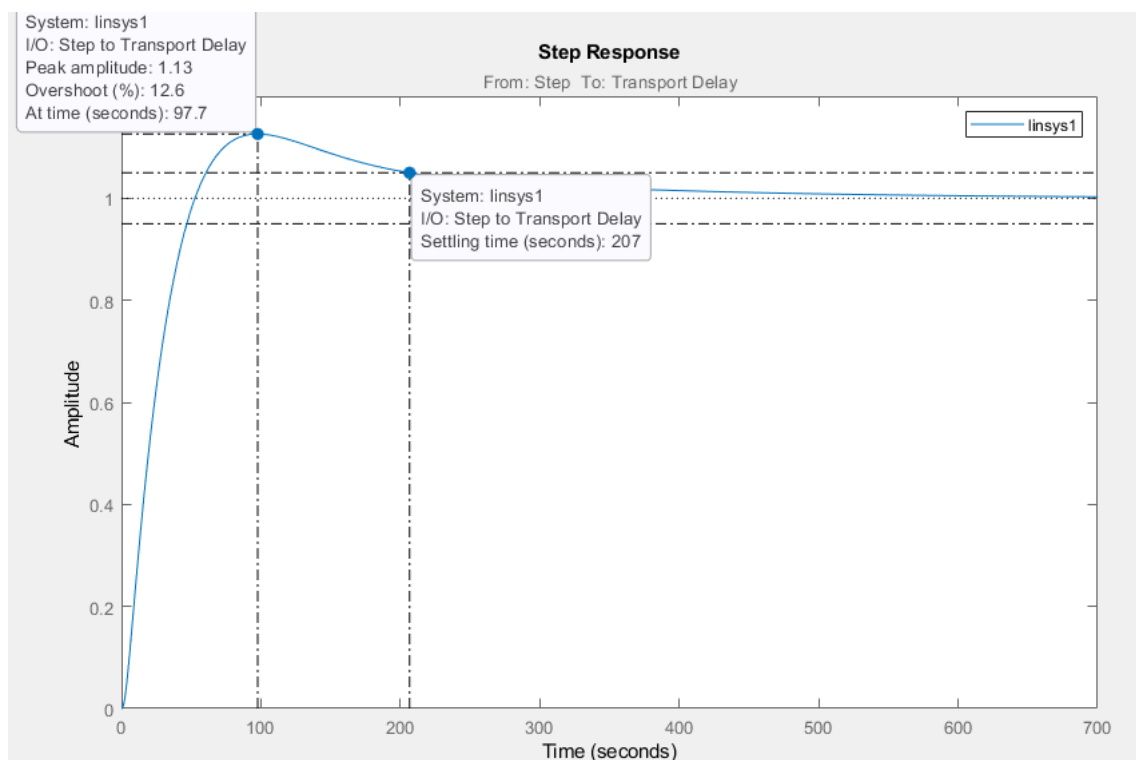


Рисунок 13 – График переходного процесса

Из рисунка 13 следует, что время переходного процесса равна 207 секундам, перерегулирование равно 12,6%. Перерегулирование входит в допустимый диапазон, так как

Исходя из результатов спроектированной модели САУ, можно сделать вывод, что использование частотного преобразователя позволяет управлять процессом охлаждения с большим быстродействием, при этом поддерживая процесс на заданном уровне с нужной точностью регулирования [15].

9 РАЗРАБОТКА ЭКРАННОЙ ФОРМЫ

В диспетчерском пункте на АРМ операторов устанавливается пакет SIMP Light, который представляет собой программное обеспечение на персональном компьютере. Выбранная SCADA-система поддерживает использование OPC-технологии, которая не ограничивает выбор приборов и оборудования нижнего уровня. Это позволит в будущем изменить состав датчиков на новое. Итоговая экранная форма представлена в Приложении Е. Данное ПО предназначено для выполнения следующих функций [16]:

- удобное визуальное представление технологического процесса;
- моделирование и мониторинг физических и виртуальных устройств;
- отправление данных, введенных оператором в ПЛК, по каналам связи;
- предоставление оператору функций управления технологическим оборудованием в дистанционном режиме;
- формирование и отображение на экран сообщений;
- регистрация аварийных ситуаций в журнале событий;
- распечатка данных;
- визуализацию архива сообщений.

Данный раздел выпускной квалификационной работы предназначен для анализа конкурентоспособности, ресурсоэффективности и расчёта бюджета проводимой разработки. Настоящая работа проводится с целью исследования эффективности способа решения поставленной инженерной задачи, а именно – разработки автоматизированной системы диспетчерского управления установкой стабилизации. Оценка перспективности, планирование и формирование бюджета научного исследования позволяют анализировать его экономическую эффективность.

Объектом разработки является система диспетчерского управления установкой стабилизации нефти. Потенциальными потребителями системы диспетчерского управления могут выступать промышленные предприятия и коммерческие организации, специализирующиеся в нефтегазовой отрасли. Сегментирование рынка проводится по направлению деятельности и по размеру компании-заказчика. Карта сегментирования приведена в таблице 3.

		Направления деятельности		
		Проектирование	Работы по внедрению	Эксплуатация
Размер организации	Крупные	+	+	+
	Средние	+	+	
	Мелкие	+		

В приведённой карте сегментирования показано, что для полной реализации разработки подходят крупные и средние предприятия нефтегазовой промышленности. Мелкие организации могут заняться проектированием разработанной системы.

10.2 Анализ конкурентных технических решений

На российском рынке в качестве производителей автоматизированных систем управления установки стабилизации нефти и подготовки нефти выделяются компании НПФ «КРУГ» и «ИнСАТ».

Компания НПФ «КРУГ» специализируется в области промышленной автоматизации и разработки программного обеспечения. Помимо поставок оборудования компания осуществляет разработку и внедрение проектов автоматизации на оборудовании собственного производства (шкафы бесперебойного питания, промышленные контроллеры, сервера единого времени, вычислители расхода нефти и др.).

В настоящее время компания «ИнСАТ» выполняет большой комплекс работ по разработке и внедрению АСУ ТП, диспетчеризации и учета для любых объектов промышленности, ЖКХ и энергетики.

Сравнительная таблица конкурирующих технических решений приведена в таблице 4.

Таблица 4 – Сравнение конкурирующих технических решений

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
Простота эксплуатации	0,1	4	3	4	0,4	0,3	0,4
Ремонтопригодность	0,1	5	4	4	0,5	0,4	0,4
Надежность	0,15	5	5	5	0,75	0,75	0,75
Безопасность	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
Точность измерений	0,05	5	4	5	0,25	0,2	0,25
Уровень шума	0,05	4	5	5	0,2	0,25	0,25
Энергоэкономичность	0,05	4	5	4	0,2	0,25	0,2
Качество интеллектуального интерфейса	0,05	4	4	4	0,2	0,2	0,2
Экономические критерии оценки эффективности							
Цена	0,15	5	4	4	0,75	0,6	0,6
Предполагаемый срок эксплуатации	0,1	5	5	5	0,5	0,5	0,5
Послепродажное обслуживание	0,05	4	5	4	0,2	0,25	0,2

Продолжение таблицы 4

Срок выхода на рынок	0,05	4	5	5	0,2	0,25	0,25
Итого	1	54	54	53	4,65	4,45	4,5

По результатам расчётов таблицы 4 можно заключить, что разрабатываемая система конкурентоспособна на рынке. Разработка проигрывает аналогичным системам в послепродажном обслуживании и срокам выхода на рынок. Конкурентные компании имеют SCADA-системы собственного производства, а также большой опыт в проектировании и внедрении АСУ ТП. К сильным сторонам можно отнести ремонтпригодность, надёжность, безопасность, а также цену разработки.

10.3 SWOT-анализ.

SWOT-анализ проводится для комплексной оценки внешней и внутренней среды проекта. В данном анализе рассматриваются сильные и слабые стороны, возможности и угрозы применительно к способу решения поставленной задачи. Матрица SWOT-анализа приведена в таблице 5.

Таблица 5 – Матрица SWOT-анализа

	<p>Сильные стороны:</p> <p>С1. Надёжность и безопасность системы.</p> <p>С2. Долгий срок эксплуатации.</p> <p>С3. Высокая ремонтпригодность.</p> <p>С4. Низкая стоимость проекта.</p>	<p>Слабые стороны:</p> <p>Сл1. Отсутствие работающего прототипа.</p> <p>Сл2. Затраты на дополнительное обучение оператора.</p> <p>Сл3. Большой срок поставок необходимого оборудования.</p> <p>Сл4. Отсутствие инженеринговой компании, способной построить производство под ключ.</p>
--	--	---

Продолжение таблицы 5

<p>Возможности:</p> <p>В1. Использование существующего ПО.</p> <p>В2. Рост дополнительного спроса на новый продукт.</p> <p>В3. Снижение цены на оборудование и материалы.</p> <p>В4. Повышение стоимости конкурентных разработок.</p>	<p>В1С1С4. Использование существующего ПО способствует повышению надежности системы и снижению цены проекта.</p> <p>В2С1С2С3С4. Сильные стороны разработки стимулируют дополнительный рост на продукт.</p> <p>В3С4. Проект будет стоить еще дешевле при снижении цены на материалы и оборудование.</p> <p>В4С1С2С3С4. Повышение стоимости конкурентных разработок могут породить спрос на проект при и так низкой цене самого проекта.</p>	<p>В1В2В3В4Сл2. Спрос на разработку суммарно перевесит затраты на обучение оператора.</p> <p>В3Сл1. Стоимость создания рабочего прототипа будет ниже при уменьшении цены на оборудование и материалы.</p>
<p>Угрозы:</p> <p>У1. Возможные ограничения на экспорт технологии.</p> <p>У2. Отсутствие спроса на новые технологии производства.</p> <p>У3. Появление новых, более качественных конкурентных разработок.</p> <p>У4. Ужесточение требований к сертификации разработки.</p>	<p>У2У3С1С2С3С4. Проект будет конкурентноспособным с другими разработками не только инновационностью, но и надежностью, ценой и безопасностью.</p> <p>У1С1С2С3С4. Сильные стороны проекта стимулируют спрос в внутреннем рынке, отпадая необходимость в экспорте.</p>	<p>У2У3Сл1. При отсутствии спроса на новые технологии не будет затрат на разработку прототипа, что позволит внести изменения в разработку, учитывая конкурентные проекты.</p> <p>У2Сл2. Не потребуется дополнительное обучение оператора при использовании старых, но проверенных технологий.</p>

По итогам SWOT-анализа выявлены возможности для дальнейшего развития как настоящей системы автоматического регулирования, так и в целом подхода к созданию подобных систем.

1. Для противодействия и/или минимизации ущерба от угрозы У1 следует искать другие рынки распространения технологии, которых не касаются ограничения, и развивать распространение технологии во внутреннем рынке.

2. В случае отсутствия спроса на новые технологии производства (угроза У2), разработка будет невостребованной. В этом случае следует отказаться от акцентирования внимания на инновации технологии и перейти к другим, более востребованным параметрам предприятий к таким, как надежность, долговечность, цена и др.

3. Для противодействия угрозе У3 следует постоянно анализировать разработки конкурентов и вносить изменения в разработку с учетом требований предприятий и новыми технологиями.

4. В случае ужесточения требований к сертификации (угроза У4) можно использовать другие датчики и оборудование, которые обладают более высокой точностью, проектом, необходимо провести планирование этапов работы, обозначив при этом занятость каждого из участников, а также привести сроки выполнения каждого этапа. Структура работ и распределение занятости исполнителей приведены в таблице 6.

10.4 Планирование научно-исследовательской работы

10.4.1 Структура работ

Прежде чем начать работу над проектом, необходимо провести планирование этапов работы, обозначив при этом занятость каждого из участников, а также привести сроки выполнения каждого этапа. Структура работ и распределение занятости исполнителей приведены в таблице 6.

Таблица 6 – Структура работ

Этапы работы	Загрузка исполнителей
1. Постановка целей и задач исследования	НР – 40% К – 40% И – 20%
2. Обзор литературы	И – 100%
3. Разработка технического задания	НР – 20% К – 20% И – 60%
4. Разработка календарного плана работ	НР – 15% К – 15% И – 70%
5. Идентификация объекта	И – 100%
6. Разработка функциональной схемы автоматизации	И – 100%
7. Разработка структурной схемы АС	И – 100%
8. Разработка схемы информационных потоков АС	К – 10% И – 90%
9. Подбор средств реализации АС	И – 100%
10. Разработка схемы соединения внешних проводок	К – 15% И – 85%
11. Разработка экранных форм АС	И – 100%
12. Оформление расчётно-пояснительной записки	И – 100%
13. Подведение итогов	НР – 50% К – 50%

10.4.2 Разработка графика проведения научно-технического исследования

Трудоёмкость выполнения исследования оценивается экспертным путём в силу вероятностного характера величины. За единицу измерения трудоёмкости принимаются человеко-дни. Ожидаемая трудоёмкость рассчитывается по формуле [17]:

$$t_{ож} = \frac{3 \cdot t_{\min} + 2 \cdot t_{\max}}{5}, \quad (1)$$

где $t_{ож}$ – ожидаемая трудоемкость выполнения работы чел.дн;

t_{\min} – минимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы, чел.дн;

t_{\max} – максимально возможная трудоемкость выполнения заданной работы, чел.дн.

Для построения графика проведения научных работ в форме диаграммы Ганта длительность каждого из этапов работ в рабочих днях переводится в календарные дни по формуле:

$$T_{КД} = T_{РД} \cdot K_{КД}, \quad (2)$$

где $T_{КД}$ – продолжительность выполнения работы в календарных днях;

$T_{РД}$ – продолжительность выполнения работы в рабочих днях;

$K_{КД}$ – коэффициент календарности.

Коэффициент календарности рассчитывается по формуле:

$$K_{КД} = \frac{T_{КД}}{T_{КД} - T_{ВД} - T_{ПД}}, \quad (3)$$

где $T_{КД}$ – количество календарных дней в году;

$T_{ВД}$ – количество выходных дней в году;

$T_{ПД}$ – количество праздничных дней в году.

Значение коэффициента календарности для 2020 года [18]:

$$K_{КД} = \frac{366}{366 - 118} = \frac{366}{248} = 1,48 \quad (4)$$

С учётом данных таблицы 6 и приведённых выше формул составляется расчётная таблица 7. Диаграмма Ганта, представляющая собой календарный график работ, приведена на рисунке 14.

Таблица 7 – Расчёт трудозатрат на выполнение работ

Наименование работы	Исполнители работ	Длительность работ, дн.			Трудоёмкость работ по исполнителям, чел.дн					
		t_{\min}	t_{\max}	$t_{\text{о.ж.}}$	T_{PD}			T_{KD}		
					НР	К	И	НР	К	И
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1. Постановка целей и задач исследования	НР, К, И	3	4	3,4	1,36	1,36	0,68	2,013	2,013	1,006
2. Обзор литературы	И	4	7	5,2	0	0	5,2	0	0	7,696
3. Разработка технического задания	НР, К, И	10	20	14	2,8	2,8	8,4	4,144	4,144	12,432
4. Разработка календарного плана работ	НР, К, И	3	6	4,2	0,63	0,63	2,94	0,932	0,932	4,351
5. Идентификация объекта	И	6	12	8,4	0	0	8,4	0	0	12,432
6. Разработка функциональной схемы автоматизации	И	10	18	13,2	0	0	13,2	0	0	19,536
7. Разработка структурной схемы АС	И	6	10	7,6	0	0	7,6	0	0	11,248
8. Разработка схемы информационных потоков АС	К, И	6	10	7,6	0	0,76	6,84	0	1,125	10,123
9. Подбор средств реализации АС	И	5	9	6,6	0	0	6,6	0	0	9,768
10. Разработка схемы соединения внешних проводок	К, И	6	10	7,6	0	1,14	6,46	0	1,687	9,561
11. Разработка экранных форм АС	И	6	10	7,6	0	0	7,6	0	0	11,248
12. Оформление расчётно-пояснительной записки	И	10	18	13,2	0	0	7,6	0	0	11,248
13. Подведение итогов	НР, К	2	4	2,8	1,4	1,4	0	2,072	2,072	0
Итого:		77	138	101,4	6,19	8,09	81,52	9,161	11,973	120,649

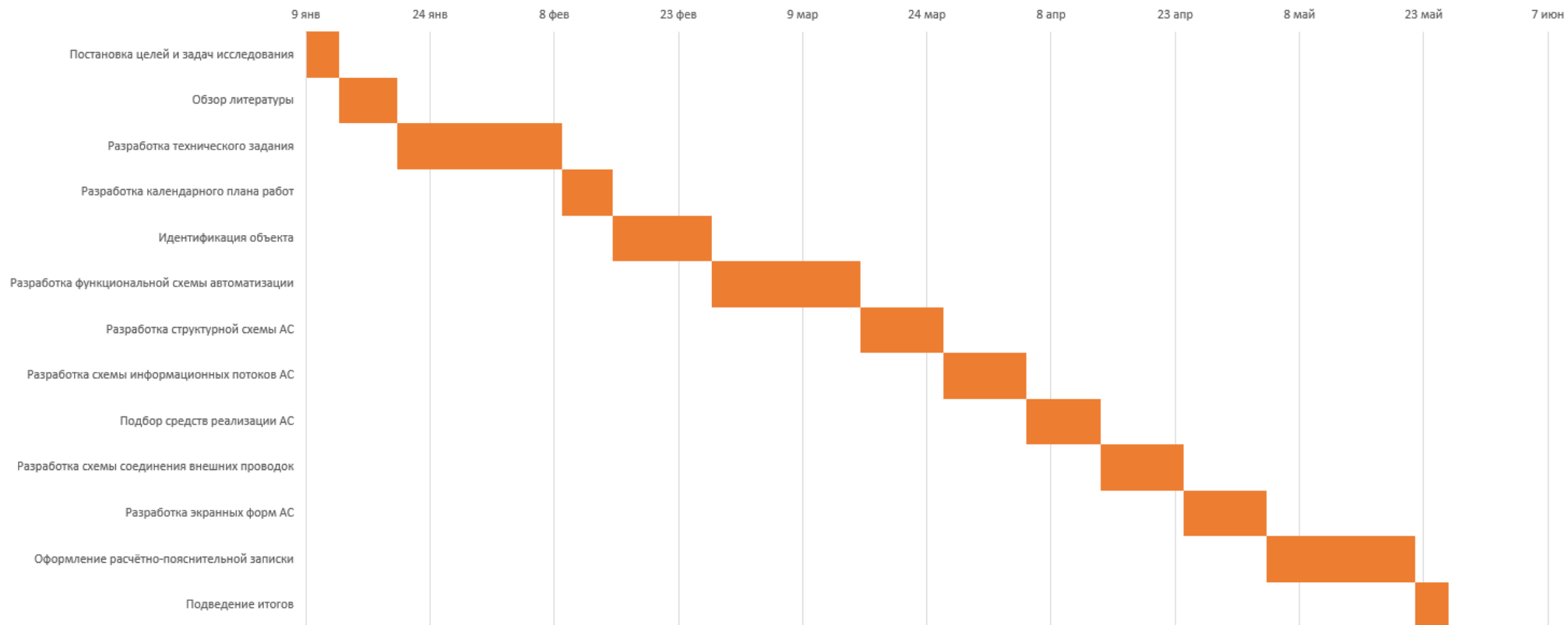


Рисунок 14 – Диаграмма Ганта

Из диаграммы на рисунке 14 видно, что практическая часть всего исследования занимает порядка трех календарных месяцев. Сравнительно большой промежуток времени на составление технического задания выделен для лучшей его проработки и исключения необходимости возвращаться к этому этапу в дальнейшем.

10.5 Бюджет научно-технического исследования

Планирование бюджета позволяет оценить затраты на проведение исследования до его фактического начала и позволяет судить об экономической эффективности работы. В данном разделе подсчитываются следующие статьи расходов:

- материальные затраты;
- амортизационные отчисления;
- заработная плата исполнителей;
- отчисления во внебюджетные фонды;
- накладные расходы.

10.5.1 Расчёт материальных затрат

В этом подразделе оценивается стоимость всех материальных ценностей, непосредственно расходуемых в процессе выполнения работ.

Теоретические исследования, а также моделирование системы требуют ряд программных продуктов: Microsoft Office, Mathcad, MATLAB, Microsoft Visio и др. Большинство из них предоставляются бесплатно для студентов ТПУ, другие находятся в свободном доступе в сети «Интернет». Таким образом, затраты на материалы включают в себя расходы на датчики, контроллер, материалы и другое оборудование. Для исследований используется персональный компьютер с бесплатным доступом к лицензии MATLAB и Microsoft Visio. В материальные затраты также включаются транспортно-заготовительные расходы (ТЗР) в пределах от 5% до 20% от общей цены материалов. Расчёт материальных затрат приведён в таблице 8.

Таблица 8 – Материальные затраты

Наименование	Цена за ед., руб.	Кол-во, шт.	Сумма, руб.
Контроллер Siemens SIPLUS S7-1500	294 000	1	294 000
Датчики перепада давления ЭЛЕМЕР-АИР-30М	37 120	3	111 360
Датчики температуры TP01 «Evolution» Pt100	24 000	6	144 000
Датчики уровня K-Tek MT5100	50 000	1	50 000
Преобразователь частоты Schneider Electric Altivar 61	343 050	1	343 050
Запорно-регулирующая арматура КШТВ 25-50нж	147 000	2	294 000
Неполноповоротный электропривод AUMA SG05	132 000	2	264 000
Итого			1 500 410
Итого с учётом ТЗР (10%)			1 650 451

10.5.2 Расчёт амортизационных отчислений

Написание выпускной квалификационной работы по плану занимает 5 месяцев. Для моделирования и проведения расчётов используется персональный компьютер первоначальной стоимостью 60000 рублей. Срок полезного использования для офисной техники составляет от 2 до 3 лет [19].

Норма амортизации H_A рассчитывается как [20]:

$$H_A = \frac{1}{T} \cdot 100\% , \quad (5)$$

где T – срок полезного использования, лет.

Если принять срок полезного использования равным 3 годам, тогда норма амортизации H_A :

$$H_A = \frac{1}{3} \cdot 100\% = 33,3\% . \quad (6)$$

Годовые амортизационные отчисления:

$$A_{год} = 60000 \cdot 0,33 = 19800 \text{ руб.} \quad (7)$$

Ежемесячные амортизационные отчисления:

$$A_{мес} = \frac{19800}{12} = 1650 \text{ руб.} \quad (8)$$

Итоговая сумма амортизации основных средств:

$$A = 1650 \cdot 5 = 8250 \text{ руб.} \quad (9)$$

10.5.3 Расчёт основной заработной платы

Оклад научного руководителя (в должности доцента) составляет 33 664 рублей, оклад консультанта (в должности старшего преподавателя) – 23 100 рублей. Оклад студента (инженера) принимается равным окладу соответствующего специалиста низшей квалификации, т.е. ассистента и составляет 12 664 рублей. В 2020 году с учётом 48-дневного отпуска 252 рабочих дня. Среднее количество рабочих дней в месяце составит 21 день. Среднедневная заработная плата для руководителя составит 1603,05 рублей в день, для консультанта – 1100 рублей в день, а для инженера – 603,05 рублей в день.

Заработная плата включает в себя основную и дополнительную части. При этом основная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{осн} = ЗП_{дн} \cdot T_{РД} \cdot (1 + K_{пр} + K_{д}) \cdot K_p, \quad (10)$$

где $ЗП_{дн}$ – среднедневная заработная плата, руб.;

$T_{РД}$ – трудоёмкость выполнения работы в рабочих днях;

$K_{пр}$ – коэффициент премирования;

$K_{д}$ – коэффициент доплат;

K_p – районный коэффициент.

Результаты расчёта основной заработной платы по формуле 10 приведены в таблице 9.

Таблица 9 – Расчёт основной заработной платы

Исполнители	$ЗП_{дон}$	K_p	K_{∂}	K_{np}	$T_{РД}$	$ЗП_{осн}$, руб
Руководитель	1603,05	1,3	0,2	0,3	6,19	19 349,62
Консультант	1100	1,3	0,2	0,3	8,09	17 353,05
Инженер	603,05	1,3	0,2	0,3	81,52	95 863,24
Итого						132 565,91

Дополнительная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$ЗП_{дон} = ЗП_{осн} \cdot 0,12 , \quad (11)$$

где $ЗП_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

10.5.4 Расчет дополнительной заработной платы и отчислений во внебюджетные фонды

Отчисления во внебюджетные фонды в соответствии с Налоговым кодексом РФ рассчитываются по формуле:

$$ЗП_{внеб} = (ЗП_{осн} + ЗП_{дон}) \cdot 0,3 , \quad (12)$$

где $ЗП_{осн}$ – основная заработная плата, руб;

$ЗП_{дон}$ – дополнительная заработная плата, руб.

Результаты расчётов по формулам 11 и 12 приведены в таблице 10.

Таблица 10 – Расчёт дополнительной заработной платы и отчислений

Исполнители	$ЗП_{дон}$	$ЗП_{внеб}$
Руководитель	2 321,95	6 501,47
Консультант	2 082,37	5 830,63
Инженер	11 503,59	32 210,05
Итого	15 907,91	44 542,15

Накладные расходы принимаются в размере 10% от величины всех остальных расходов.

10.5.5 Расчёт общей себестоимости

Рассчитанные в пунктах 1.4.1-1.4.3 расходы сведены в таблицу 11.

Таблица 11 – Суммарные расходы

Наименование	Сумма, руб.	Удельный вес, %
Материальные затраты	1 650 451	81,03
Затраты на амортизацию	8 250	0,41
Основная заработная плата	132 565,91	6,51
Дополнительная заработная плата	15 907,91	0,78
Страховые взносы	44 542,15	2,19
Накладные расходы	185 171,7	9,08
Итого	2 036 888,67	100

В ходе подсчёта затрат на разработку проекта выявлено, что основная часть (81,03%) средств расходуется на материальные затраты разработки.

Выводы по разделу

В данном разделе оценены экономические аспекты исследуемого подхода к разработке системы диспетчерского управления установкой стабилизации нефти:

1. Выявлены потенциальные потребители результатов исследования. Задача проектирования разработки может быть возложена на любых предприятиях, занимающихся проектировочными работами, а работы по внедрению и эксплуатация - средних и больших предприятиях нефтегазовой отрасли (см. подраздел 1.1).

2. Проведён анализ конкурентных технических решений. Выявлено два конкурента: компании НПФ «КРУГ» и «ИнСАТ». Разрабатываемая система на текущем этапе уступает конкурентам в послепродажном обслуживании и срокам выхода на рынок (см. подраздел 6.2), однако выигрывает за счёт низкой цены, хорошей ремонтпригодности и надёжности.

3. В ходе SWOT-анализа основными угрозами обозначены: возможные ограничения на экспорт технологии, отсутствие спроса на новые технологии производства, появление новых, более качественных конкурентных разработок, ужесточение требований к сертификации разработки. Возможные пути снижения влияния выявленных угроз представлены в подразделе 6.3.

4. Подсчёт затрат на разработку позволяет заключить, что основной статьей расходов в научно-исследовательской работе являются материальные затраты – 1650451 руб. (81,03%). На втором месте накладные расходы – 185171,7 руб. (9,08%). Затем идет основная заработная плата – 132565,91 руб. (6,51%). Меньше всего средств уходят на страховые взносы – 44542,15 руб. (2,19%), дополнительную заработную плату – 15907,91 руб. (0,78%) и затраты на амортизацию – 8250 руб. (0,41%). Общий бюджет разработки составил 2036888,67 руб. При этом запланированная продолжительность работы составляет 138 дней.

11 СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ

В выпускной квалификационной работы рассматривается установка стабилизации нефти. Объект автоматизирован, поэтому обслуживающий персонал организации, эксплуатирующей установку, в основном занимается наблюдением за производственным процессом, настройкой и наладкой оборудования. В данном разделе выпускной квалификационной работы рассматриваются вредные и опасные факторы, рабочее место и рабочая зона, а также разрабатываются мероприятия в случае чрезвычайных ситуаций на объекте.

11.1 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

Рабочее место оператора автоматизированной системы диспетчерского управления установкой стабилизации нефти регламентируется инструкцией по охране труда для инженера АСУ ТП. Согласно инструкции рабочее место должно быть ограждено, защищено от проникновения посторонних лиц. Также должны быть вывешены предупреждающие плакаты.

В условиях непрерывного производства нет возможности использовать режим рабочего времени по пяти- или шестидневной рабочей неделе. По этой причине применяются графики сменности, обеспечивающие непрерывное обслуживание производственного процесса, работу персонала сменами постоянной продолжительности, регулярные выходные дни для каждой бригады, постоянный состав бригад и переход из одной смены в другую после дня отдыха по графику. На объекте применяется четырех-бригадный график сменности. При этом ежесуточно работают три бригады, каждая в своей смене, а одна бригада отдыхает. При составлении графиков сменности учитывается положение ст. 110 ТК о предоставлении работникам еженедельного непрерывного отдыха продолжительностью не менее 42 часов.

Работы по обслуживанию и ремонту действующих электроустановок с напряжением 42 В и выше переменного тока, 110 В и выше постоянного тока, а также монтажные, наладочные работы, испытания и измерения в этих

электроустановках, предусматривает прохождение медосмотра с периодичностью 1 раз в 2 года.

В соответствии с Трудовым кодексом Российской Федерации, Статья 147, Оплата труда работников, занятых на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, устанавливается в повышенном размере. Минимальный размер повышения оплаты труда работникам, занятым на работах с вредными и (или) опасными условиями труда, составляет 4 процента тарифной ставки (оклада), установленной для различных видов работ с нормальными условиями труда. Конкретные размеры повышения оплаты труда устанавливаются работодателем с учетом мнения представительного органа работников в порядке, установленном статьей 372 настоящего Кодекса для принятия локальных нормативных актов, либо коллективным договором, трудовым договором.

11.2 Производственная безопасность

В данном пункте анализируются вредные и опасные факторы, которые могут возникать при разработке и эксплуатации автоматизированной системы диспетчерского управления установки стабилизации нефти. Для идентификации данных факторов необходимо использовать ГОСТ 12.0.003-2015 «Опасные и вредные производственные факторы. Классификация». Перечень опасных и вредных факторов, характерных для проектируемой производственной среды представлен в виде таблицы 12.

Таблица 12 – Возможные опасные и вредные факторы

Факторы (ГОСТ 12.0.003-2015)	Этапы работ			Нормативные документы
	Разра- ботка	Внедре- ние	Эксп- луатация	
1. Повышенный уровень шума		+	+	Шум - СП 51.13330.2011 Электромагнитное излучение - СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03 Электробезопасность - ГОСТ 12.1.019-2017 Пожаробезопасность - ГОСТ 12.1.033-81
2. Повышенный уровень электромагнитных излучений	+	+	+	
3. Опасность поражения электрическим током	+	+	+	
4. Опасность ожога при возгорании		+	+	

11.2.1 Анализ вредных факторов

11.2.1.1 Повышенный уровень шума

Повышенный уровень шума в рабочей среде относится к группе физических опасных и вредных производственных факторов. Шум негативно действуют на организм человека, способен вызывать головную боль, снижение внимательности, проявление раздражительности, искажение восприятия других звуков. Традиционно считается, что шум может привести к ухудшению слуха. Однако работа в условиях повышенного уровня шума может привести к повышению уровня кровяного давления, развитию и усилению других заболеваний – гипертоническая болезнь сердца, ослабление памяти, изменения кожной чувствительности, замедление реакции. Все вышеперечисленные факторы влекут за собой снижение работоспособности человека, качества и безопасности труда, повышение риска возникновения чрезвычайных ситуаций по причине человеческого фактора. Источниками повышенного уровня шума в диспетчерском пункте могут быть работа ПЭВМ, трансформатора, шкафов монтажных, вентиляторов, воздуховодов, а также проезжающий рядом транспортные средства.

Уровень шума нормируется стандартом СП 51.13330.2011, который устанавливает параметры и предельно допустимые уровни шума на рабочих местах, а также допустимые уровни шума в жилых и производственных помещениях, общественных зданиях и территориях жилой застройки [21]. Согласно данному стандарту, предельно допустимые и допустимые уровни звукового давления представлены в таблице 13 [21].

Таблица 13 – Допустимые уровни звукового давления

Назначение помещений или территорий	Уровни звукового давления (эквивалентные уровни звукового давления), дБ, в октавных полосах частот со среднегеометрическими частотами, Гц									Уровень звука L_A , (эквивалентный уровень звука $L_{Aэкв}$), дБА	Максимальный уровень звука, L_{Amax} , дБА
	31,5	63	125	250	500	1000	2000	4000	8000		
Рабочие помещения административно-управленческого персонала производственных предприятий, лабораторий, помещения для измерительных и аналитических работ	93	79	70	63	58	55	52	50	49	60	75

Для минимизации воздействия вредного факторы в первую очередь следует использовать средства коллективной защиты. В свою очередь к данным средствам относятся средства, снижающие уровень шума в источнике возникновения (изменение технологического процесса, улучшение конструкции технологического объекта) и средства, снижающие уровень шума на пути его распространения до защищаемого объекта (применение звукоизоляционных материалов, изменение планировки помещений, удаленное расположение защищаемого объекта). Если же не удастся минимизировать уровень шума средствами коллективной защиты, то применяются средства индивидуальной защиты. К ним относятся применение наушников, берушей, шлемов [21].

11.2.1.2 Повышенный уровень электромагнитных излучений

Средства наблюдения за процессом стабилизации нефти и возможность управления данным процессом подразумевают большое сосредоточение персональных электронно-вычислительных машин (ПЭВМ) и устройств отображения информации (видеодисплейные терминалы (ВДТ) всех типов) на сравнительно небольшой территории. При этом уровень электромагнитного поля (ЭМП) достигает весьма значительной величины. Чем выше мощность прибора, тем больше негативное влияние электромагнитного поля.

Электромагнитное излучение всех частотных диапазонов оказывает негативное влияние на нервную, сердечно-сосудистую, иммунную, эндокринную и половую системы. Нарушается передача электрических импульсов, что вызывает нарушение сна, слабость, ослабление памяти, раздражительность; проявляются сильные скачки артериального давления и пульса, боли в области сердца; снижается активность гипофиза; возможно бесплодие, снижение потенции у мужчин.

Уровень электромагнитного излучения, создаваемое ПЭВМ, нормируется стандартом СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03, который устанавливает временно допустимые уровни электромагнитного поля на рабочих местах [22]. Данные значения представлены в таблице 14.

Таблица 14 – Временные уровни ЭМП, создаваемых ПЭВМ

Наименование параметров		ВДЭ ЭМП
Напряженность электрического поля	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	25 В/м
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	2,5 В/м
Плотность магнитного потока	в диапазоне частот 5 Гц-2 кГц	250 нТл
	в диапазоне частот 2 кГц-400 кГц	25 нТл
Электростатический потенциал экрана видеомонитора		500 В

Для уменьшения воздействия вредного фактора осуществляют экранирование источника ЭМП, использование индивидуальных средств защиты (очки, комбинезоны, спецодежда), удаленное расположение источников излучения, так как защита расстоянием является эффективной защитой, ограниченное время пребывания рядом с источником. В последнее время идет активная замена ВДТ с электронно-лучевым трубками на экраны на основе жидких кристаллов, у которых излучение меньше.

11.2.2 Анализ опасных факторов

11.2.2.1 Опасность поражения электрическим током

Большинство объектов на производстве работают на электрическом токе, который представляют серьезную опасность для человека. Поражение электрическим током происходит в результате соприкосновения с электрической цепью, в которую входят источники напряжения и/или тока. Степень опасности зависит от частоты электромагнитного поля, продолжительности воздействия на организм, значения напряженности, частоты воздействия, индивидуальных особенностей организма, площади поражения электрическим током [23]. Тяжесть поражения разниться от легкого до смертельного. Электрический ток оказывает на организм человека электролитическое (разложение крови, нарушение физико-химического состава), термическое (нагрев кожного покрова и тканей), механическое (степень сокращения мышц, повреждение тканей, стенок сосудов, легочной ткани и др.) и биологическое (раздражение и возбуждение нервных волокон и других органов) воздействия [23].

В диспетчерском пункте ПЭВМ, периферийные устройства, датчики, контроллерное оборудование, шкафы и другие устройства управления представляют потенциальную опасность поражения электрическим током. А также возможно поражение от контакта с токопроводящими поверхностями и токоведущими частями вследствие нарушения изоляции электросетей. Данное оборудование работает от сети переменного напряжения 230/400 В и частотой

50 Гц [25]. Смертельным считается сила постоянного тока, превышающее значение 0,3 А, и переменного тока при 50 Гц, превышающее значение 0,1 А, которые вызывает в первую очередь фибрилляцию сердечных мышц. Это ведет к остановке сердца.

Технические способы и средства защиты персонала нормируются стандартом ГОСТ 12.1.019-2017, который устанавливает общие требования к электробезопасности электроустановок и электрооборудования, используемых в процессе трудовой деятельности [24].

К защитным средствам электробезопасности относятся надежная изоляция проводов материалами, устойчивыми к износу и механическим воздействиям, установка ограждений/барьеров и предупредительных знаков к распределительным шкафам и щитам, защитное зануление, заземление и отключение, постоянное наблюдение за состоянием электросетей и оборудования.

11.3 Экологическая безопасность

Добыча и переработка нефти сопровождается большим количеством загрязняющих факторов. Возможны выбросы газа, паров нефти и конденсата в атмосферу, загрязнение водоемов и почвы при транспортировке сырой нефти, стабильной нефти и газа, а также их хранении. Источниками загрязнения могут быть коллекторы, трубопроводы, нефтяные резервуары, факельные системы, колонны. Причинами загрязнения являются агрессивная окружающая среда, коррозия и разрушение трубопроводов, процессы горения, плохая герметичность объектов, аварийные выбросы.

Кроме того, источниками загрязнения почвы и водоемов могут быть отходы (стальной лом, цветные металлы, черные металлы, остатки сварочных электродов, минеральных масел, стекловолокон, набивок), оставшиеся в ходе ремонта, замены и строительства технологического объектов и оборудования.

В целях защиты атмосферного воздуха от загрязнения, сброс газа с ППК предусматривается через дренажную емкость на факел для сжигания. С целью

охраны водоемов от попадания загрязненных стоков, все промышленные стоки направляются по системе трубопроводов на очистные сооружения с последующей подачей их в систему поддержки пластового давления.

Природоохранные мероприятия по обеспечению экологической безопасности:

- Герметизация производственного процесса;
- Использование защитных фильтров;
- Сокращено прямоточное водоснабжение за счет использования аппаратов воздушного охлаждения для продуктов стабилизации нефти;
- Регулярная проверка состояния резервуаров, емкостей и трубопроводов;
- Обезвреживание и утилизация отходов.

11.4 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

При строительстве и эксплуатации данного объекта могут возникнуть различные чрезвычайные ситуации природного (ураганы, смерчи, бури, землетрясения), техногенного (выброс опасных веществ, пожары, обрушения зданий и сооружений), экологического (оползни, обвалы вследствие выработки недр, загрязнений водных ресурсов, резкие изменения погоды), биологического (эпидемии, пандемии, инфекции), социального (вооруженные конфликты, террористические акты, забастовки) характера.

Наиболее вероятной чрезвычайной ситуацией на разрабатываемом объекте является пожар. Пожар – это неконтролируемое горение вне специального очага [26]. Пожар в производстве причиняет значительный материальный ущерб, создает опасность для жизни людей.

Основными причинами возгорания в ходе внедрения и эксплуатации разработанной системы могут быть нарушение правил пожарной безопасности, нарушение изоляции электросетей, неисправность электрооборудования, удар молнии, неправильная эксплуатация оборудования.

Пожарная профилактика заключается в устранении способствующих возгоранию условий. В рамках обеспечения пожарной безопасности проводятся мероприятия, направленные на предотвращение возгораний, взрывов и пожаров, локализацию возникших пожаров, защиту людей и материальных ценностей и эффективное тушение пожара.

Мероприятия по пожарной профилактике разделяются на организационные, технические, эксплуатационные и режимные.

Организационные мероприятия предусматривают правильную эксплуатацию оборудования, правильное содержание зданий и территорий, инструктаж и обучение персонала правилам противопожарной безопасности, издание инструкций, предупреждающих плакатов, наличие планов эвакуации.

К техническим мероприятиям относятся соблюдение противопожарных правил, норм при проектировании зданий, прокладывании электросетей, отопления, вентиляции, освещения, правильное размещение оборудования.

Мероприятия режимного характера – это запрещение курения в неустановленных местах, правильное проведение сварочных и других работ в пожароопасных помещениях и т.д.

Эксплуатационными мероприятиями являются своевременные профилактические осмотры, проведение ремонта и испытаний технологического оборудования.

Кроме того, необходимо предусмотреть ряд мер, направленных на обеспечение эффективного пожаротушения: обеспечение подъездов к объектам; обесточивание электрических кабелей и оборудования; наличие пожарных щитов и ящиков с песком в коридорах; наличие гидрантов с пожарными рукавами, телефонной связи с пожарной охраной и различных видов огнетушители, с помощью которых можно локализовать или ликвидировать пожар любого вида.

Вывод по разделу

В данном разделе были рассмотрены характерные для должности оператора диспетчерского пункта управления установкой стабилизации нефти правовые нормы трудового законодательства. Были указаны особенности трудового законодательства применительно к данным условиям ведения трудовой деятельности, источники возникновения вредных и опасных воздействий на человека и окружающую среду в процессе разработки, внедрения, эксплуатации автоматизированной системы диспетчерского управления установкой стабилизации нефти. Кроме того, были разработаны мероприятия по минимизации и ликвидации факторов чрезвычайной ситуации в данном объекте.

Заключение

В итоге выполненной работы была разработана автоматизированная система диспетчерского управления установкой стабилизации нефти.

В процессе выполнения выпускной квалификационной работы был рассмотрен технологический процесс функционирования установки стабилизации нефти. Были спроектированы структурная и функциональная схемы автоматизации УСН, которые определили перечень требуемого оборудования. Был также составлен список комплектующих аппаратно-технических средств реализации АС, а конкретно: ПЛК Siemens SIPLUS S7-1500, датчики давления ЭЛЕМЕР-АИР-30М, термометры сопротивления ТР01 серии «Evolution», датчик уровня МТ5100, частотный преобразователь Schneider Electric Altivar 61, запорно-регулирующая арматура КШТВ 25-50нж с электроприводом АУМА SG05.1.

Также была разработана схема внешних проводок, благодаря которой в случае отказа системы существует возможность оперативно найти неисправности и легко их устранить. Был разработан алгоритм сбора данных температуры стабилизационной колонны.

Таким образом, разработанная автоматизированная система диспетчерского управления установкой стабилизации нефти соответствует требованиям к системам автоматизации и имеет возможность индивидуальной перенастройки, позволяющая улучшать данную АСУ в соответствии с возрастающими требованиями к системам автоматизации в будущем.

Conclusion

As a result of the work performed, an automated dispatch control system for the oil stabilization unit was developed.

In the process of completing the diploma work, the technological process of functioning of the oil stabilization unit was studied. Structural and functional schemes of automation of the oil stabilization unit were designed, which determined the list of required equipment. A list of hardware and hardware components for implementing the automated system was also compiled, specifically: Siemens SIPLUS S7-1500 (PLC), ELEMER-AIR-30M (pressure sensors), TP01 "Evolution" (resistance thermometers), K-Tek MT5100 (level sensor), Schneider Electric Altivar 61 (frequency converter), KSTV 25-50nzh (shut-off and control valves) and AUMA SG05.1 (electric drive).

An external wiring diagram has also been developed, so that in the event of a system failure, it is possible to quickly find faults and easily fix them. An algorithm for collecting data on the temperature of the stabilization column was developed.

Thus, the developed automated dispatcher control system of the oil stabilization unit meets the requirements for automation systems and has the possibility of individual reconfiguration, which allows improving this automated control system in accordance with increasing requirements for automation systems in the future.

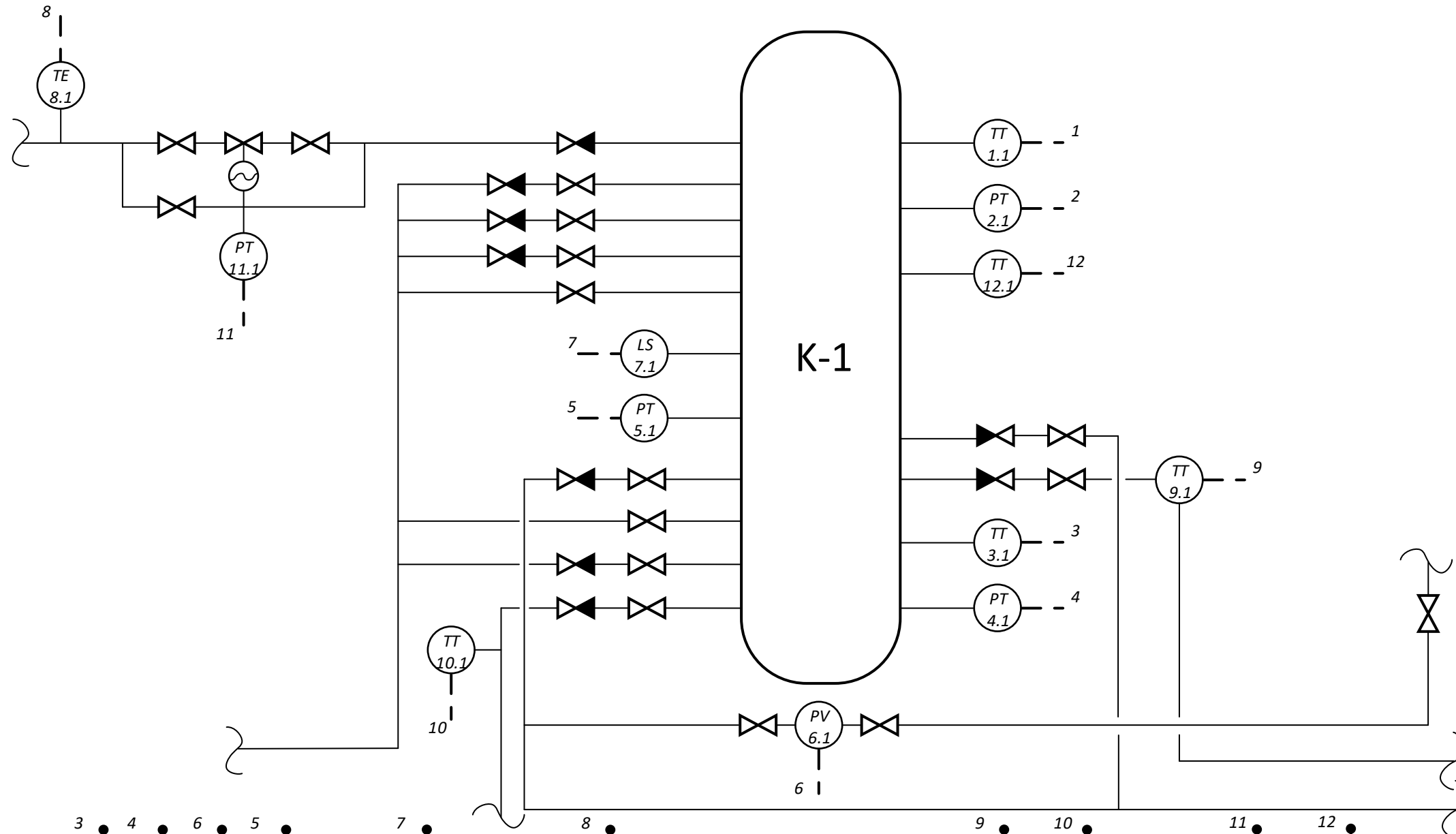
Список использованных источников

1. Громаков Е. И., Проектирование автоматизированных систем. Курсовое проектирование: учебно-методическое пособие: Томский политехнический университет. – Томск, 2009. – 134 с.
2. Датчик давления Метран-150 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.emerson.ru/ru-ru/catalog/metran-150-ru-ru>, свободный, дата обращения (08.04.2020).
3. ЭЛЕМЕР-АИР-30М — интеллектуальный датчик давления нового поколения [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.elemer.ru/production/pressure/air_30m.php, свободный, дата обращения (09.04.2020).
4. Термометры сопротивления серии ТР ("Evolution") [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://tpchel.ru/Termopreobrazovateli_soprotivleniya_tipa_Evolution_TR-01-02-03-05-06, свободный, дата обращения (10.04.2020).
5. Уровнемеры радарные волноводные МТ модификаций МТ5000, МТ5100, МТ5200 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://all-pribors.ru/docs/54554-13.pdf>, свободный, дата обращения (11.04.2020).
6. Преобразователь частоты Schneider Electric Altivar 61 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://chastotnik.com/frequency-inverters-schneider-electric/preobrazovatel-chastoty-schneider-electric-altivar-61/>, свободный, дата обращения (12.04.2020).
7. Программируемые контроллеры S7-1500 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.prosoft.ru/cms/f/464639.pdf>, свободный, дата обращения (13.04.2020).
8. ГОСТ 21.208-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Автоматизация технологических процессов. Обозначения условные приборов и средств автоматизации в схемах.
9. ГОСТ 21.408-2013 Система проектной документации для строительства (СПДС). Правила выполнения рабочей документации автоматизации технологических процессов (с поправками).

10. Кран шаровой регулирующий КШТВ [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.ainvest.ru/cockfiles/107.pdf>, свободный, дата обращения (15.04.2020).
11. Неполноповоротные электроприводы SG 05.1 – SG 12.1 AUMA NORM. Инструкция по эксплуатации [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://www.master-prom.ru/view/auma/7350/sg_05.1_12.1_instruction.pdf, свободный, дата обращения (15.04.2020).
12. КВВГ. Кабель с медными жилами и пластмассовой изоляцией [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://www.elektrocabel.ru/catalog/kvvg/>, свободный, дата обращения (19.04.2020).
13. Системы автоматического регулирования [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://opiobjektid.tptlive.ee/Automatiseerimine/13_.html, свободный, дата обращения (23.04.2020).
14. В.Ф. Дядик, С.А. Байдали, Н.С. Криницын, Теория автоматического управления: учебное пособие: Национальный исследовательский Томский политехнический университет. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2011. – 196 с.
15. Методы оценки качества систем [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://drive.ispu.ru/elib/lebedev/16.html>, свободный, дата обращения (25.04.2020).
16. Пакет SIMP Light. Руководство пользователя [Электронный ресурс]. – Режим доступа: https://simplight.ru/files/help/simp_light_ru.pdf, свободный, дата обращения (30.04.2020).
17. Экономика лесозаготовительных и деревоперерабатывающих производств: учебное пособие / Ю.А. Безруких, С.О. Медведев, А.П. Мохирев. – М.: Российская Академия Естествознания, 2017. 102 с.
18. Производственный календарь на 2020 год [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://duma.gov.ru/news/47270/>, свободный, дата обращения (25.05.2020).

19. Амортизационная группа компьютеров и офисной техники [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <https://spmag.ru/articles/amortizatsionnaya-gruppa-kompyuterov-i-ofisnoy-tehniki>, свободный, дата обращения (26.05.2020).
20. Экономика предприятия (фирмы): Практикум/Под ред. проф. В.Я. Позднякова, доц. В.М. Прудникова. – 2-е изд. – М.: ИНФРА-М, 2008. – 319 с.
21. СП 51.13330.2011. Свод правил. Защита от шума.
22. СанПиН 2.2.2/2.4.1340-03. Гигиенические требования к персональным электронно-вычислительным машинам и организации работы.
23. Воздействие электрического тока на организм человека [Электронный ресурс]. – Режим доступа: <http://www.grandars.ru/shkola/bezopasnost-zhiznedeyatelnosti/vozdeystvie-elektricheskogo-toka-na-cheloveka.html>, свободный, дата обращения (28.05.2020).
24. ГОСТ 12.1.019-2017. Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Электробезопасность. Общие требования и номенклатура видов защиты.
25. ГОСТ 29322-2014 (IEC 60038:2009) Напряжения стандартные.
26. ГОСТ 12.1.033-81 Система стандартов безопасности труда (ССБТ). Пожарная безопасность.

Приложение А
(обязательное)
Функциональная схема автоматизации



		1 °C	2 МПа	3 °C	4 МПа	6 %	5 МПа	7 м	8 °C	9 °C	10 °C	11 %	12 °C			
Приборы по месту		TI 1.2	PI 2.2	TI 3.2	PI 4.2	PY 6.2	PC 5.2	PA 5.3	U 7.2	TT 8.2	TC 8.3	TA 8.4	TI 9.2	TI 10.2	PY 11.2	TI 12.2
	Щит опера- тора	TI 1.3	PI 2.3	TI 3.3	PI 4.3			LA 7.3		TI 8.5	TC 8.6		TI 9.3	TI 10.3	PC 11.3	TI 12.3
SCADA	мониторинг	●	●	●	●		●		●				●	●	●	●
	регистрация	●	●	●	●		●		●				●	●	●	●
	управление		●				●				●					●
							●									

						ФЮРА.425280.001				
						Схема автоматизации функциональная	Лит.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	у					
Разраб.		Докторов Т.Г.								
Пров.		Семенов Н.М.								
Т.контр.										
							Лист 1	Листов 6		
Н.контр.							ТПУ ИШИТР ОАР			
Утв.							Группа 8Т6А			

Приложение Б
(обязательное)
Перечень вход/выходных сигналов

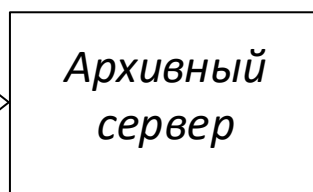
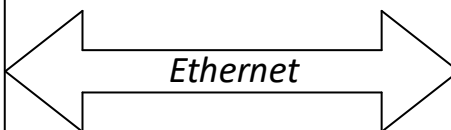
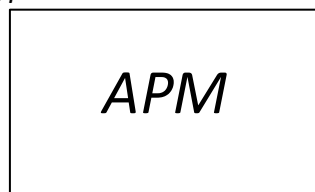
ФЮРА.425280.002

Наименование сигнала	Идентификатор сигнала	Диапазон	Единицы измерения	Тип сигнала
Температура в верхней части стабилизационной колонны, точка 1	TEM_SKK_UP	0-200	°C	AI, 4-20 мА
Давление в верхней части стабилизационной колонны, точка 2	DVL_SKK_UP	0-2,5	МПа	AI, 4-20 мА
Температура в нижней части стабилизационной колонны, точка 3	TEM_SKK_DOWN	0-200	°C	AI, 4-20 мА
Давление в нижней части стабилизационной колонны, точка 4	DVL_SKK_DOWN	0-2,5	МПа	AI, 4-20 мА
Давление нефти в стабилизационной колонне, точка 5	DVL_SKK_OILL	0-2,5	МПа	AI, 4-20 мА
Регулирование клапана расхода пресной воды, точка 6	PZC_PRES	0-100	%	AI, 4-20 мА
Уровень нефти в стабилизационной колонне, точка 7	URN_SKK_RAST	0-9	м	AI, 4-20 мА
Температура орошения стабилизационной колонны, точка 8	TEM_SKK_OROS	0-200	°C	AI, 4-20 мА
Температура в зоне питания стабилизационной колонны, точки 9 и 10	TEM_SKK_ZONA	0-200	°C	AI, 4-20 мА
Регулирование клапана орошения, точка 11	PZC_OROS	0-100	%	AI, 4-20 мА
Температура контрольных тарелок стабилизационной колонны, точка 12	TEM_KTR	0-200	°C	AI, 4-20 мА

					ФЮРА.425280.002			
					Перечень входных и выходных сигналов			
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата				
Разраб.		Докторов Т.Г.						
Пров.		Семенов Н.М.						
Т.контр.								
					ТПУ ИШИТР ОАР Группа 8Т6А			
Н.контр.								
Утв.								

Приложение В
(обязательное)
Схема информационных потоков

Верхний уровень



Средний уровень

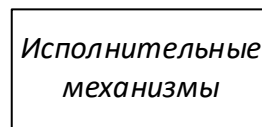
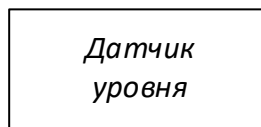
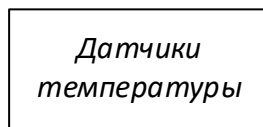
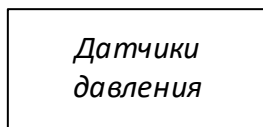


Шкаф
управления



Шкаф
ввода-вывода

Нижний уровень



ФЮРА.425280.003

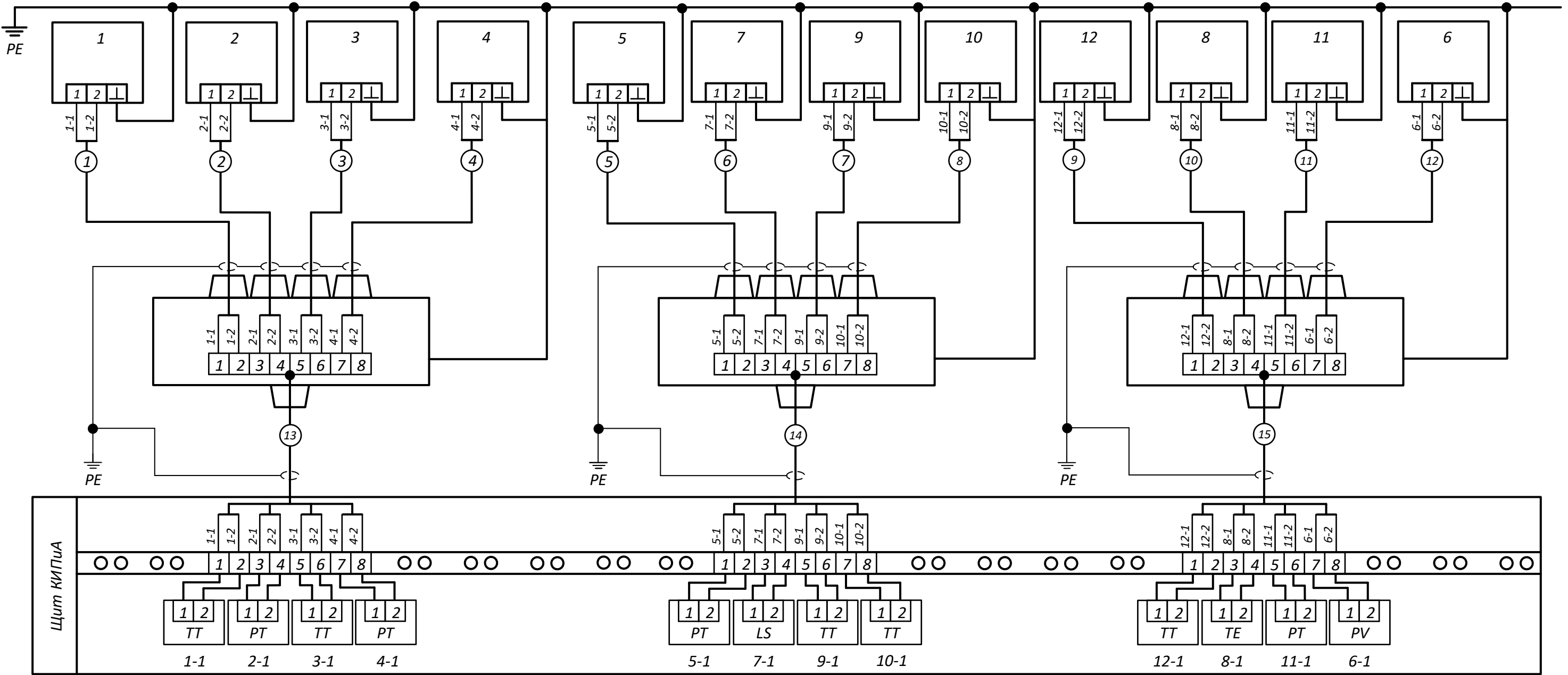
Схема информационных
потоков

Лит.	Масса	Масштаб
у		
Лист 3	Листов 6	
ТПУ ИШИТР ОАР Группа 8Т6А		

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата
Разраб.		Докторов Т.Г.		
Пров.		Семенов Н.М.		
Т.контр.				
Н.контр.				
Утв.				

Приложение Г
(обязательное)
Схема внешних проводок

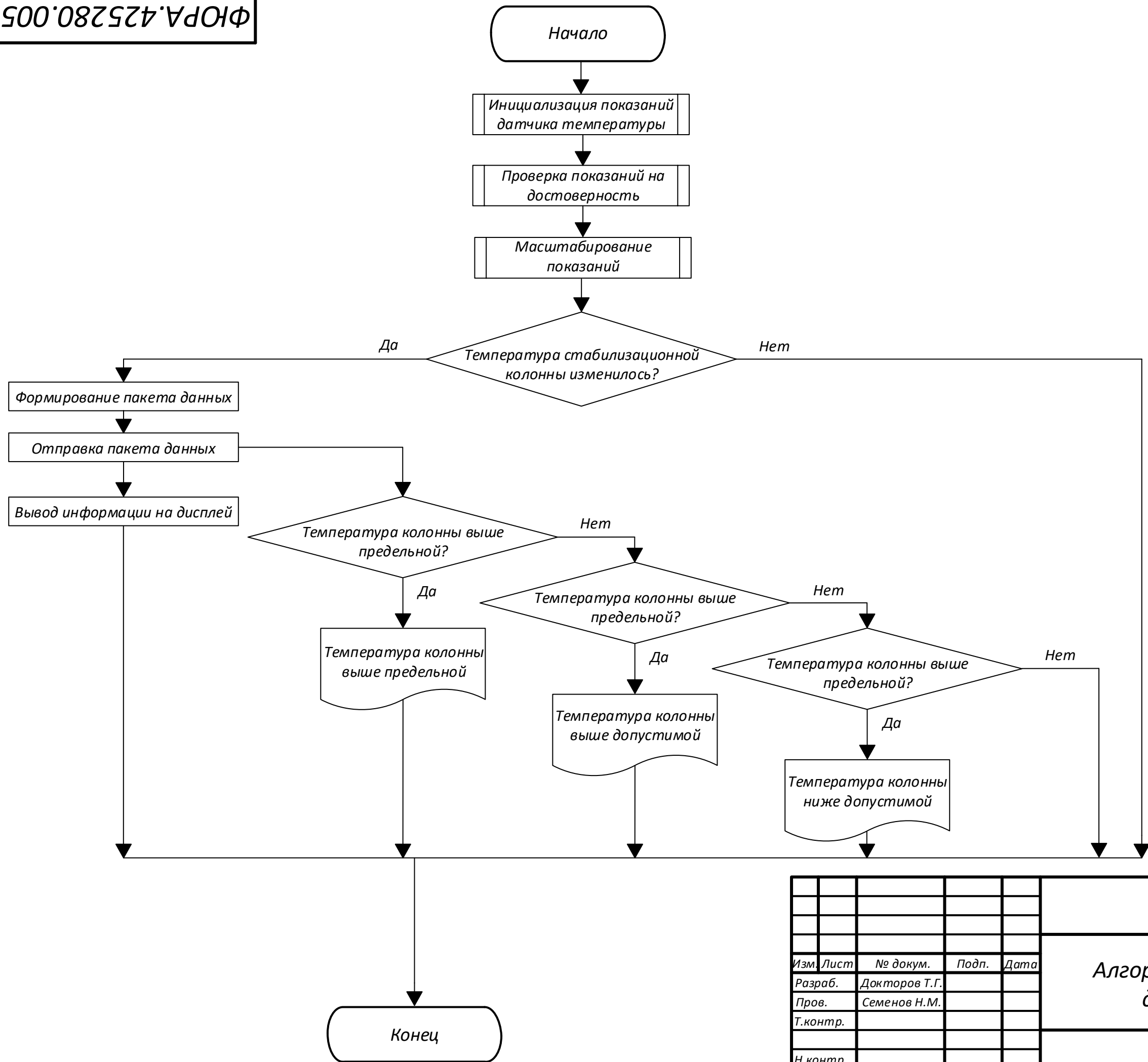
Наименование параметра	Температура верха	Давление верха	Температура низа	Давление низа	Давление нефти	Уровень нефти	Температура питания	Температура питания	Температура контр. тарелок	Температура орошения	Управление клапаном орошения	Управление клапаном расхода пресной воды
Место отбора импульса	Стабилизационная колонна									Узел орошения		Узел подачи пресной воды
Тип датчика	ТП01	ЭЛЕМЕР-АИР-30М	ТР01	ЭЛЕМЕР-АИР-30М	ЭЛЕМЕР-АИР-30М	МТ5100	ТП01	ТП01	ТП01	ТП01	КШТВ	КШТВ
Позиция	1	2	3	4	5	7	9	10	12	8	11	6



Номер	Тип	Длина, м
1-12	КВВГ нг 2х1.5	30
13-15	КВВГ нг 2х1.5	120

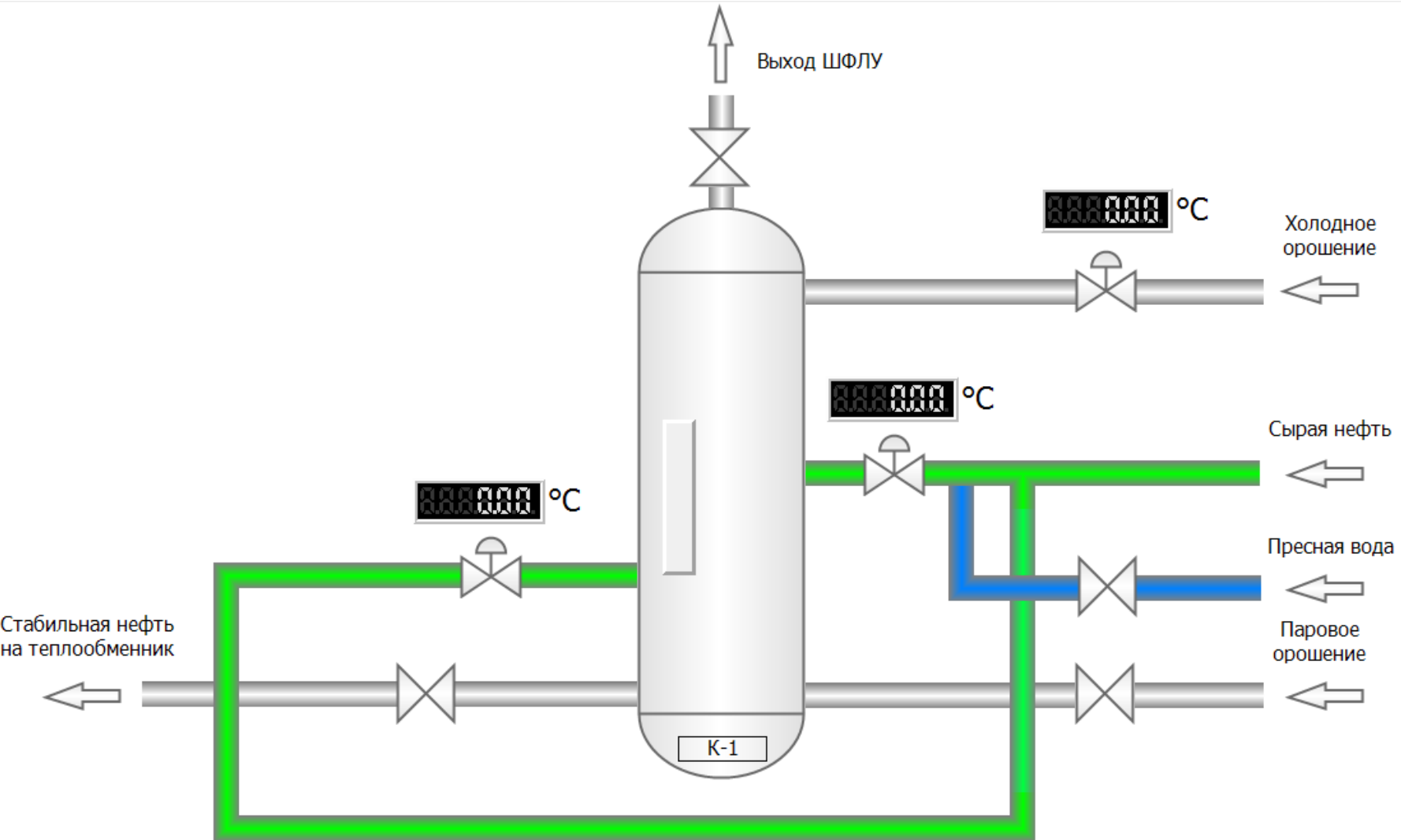
					ФЮРА.420609.004				
					Схема внешних проводок	Лит.		Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		у			
Разраб.		Докторов Т.Г.							
Пров.		Семенов Н.М.							
Т.контр.									
						Лист 4		Листов 6	
Н.контр.						ТПУ ИШИТР ОАР Группа 8Т6А			
Утв.									

Приложение Д
(обязательное)
Алгоритм сбора данных



					ФЮРА.425280.005				
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	Алгоритм сбора данных	Лит.		Масса	Масштаб
Разраб.	Докторов Т.Г.					у			
Пров.	Семенов Н.М.								
Т.контр.						Лист	5	Листов	6
						ТПУ ИШИТР ОАР Группа 8Т6А			
Н.контр.									
Утв.									

Приложение Е
(обязательное)
Итоговая экранная форма



Параметры колонны

Температура в верхней части 000 °C

Давление в верхней части 000 МПа

Температура в нижней части 000 °C

Давление в нижней части 000 МПа

Давление нефти 000 МПа

Уровень нефти 000 м

Температура N-ой тарелки 000 °C

N= 0

Панель управления

Пуск

Стоп

Дополнительные функции

Журнал событий

Графики данных

					ФЮРА.420609.006			
					Экранная форма	Лит.	Масса	Масштаб
Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата		у		
Разраб.		Докторов Т.Г.						
Пров.		Семенов Н.М.						
Т.контр.						Лист 6	Листов 6	
						ТПУ ИШИТР ОАР		
Н.контр.						Группа 8Т6А		
Утв.								